

**MEDEDELINGEN LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN • NEDERLAND • 71-4 (1971)**

DE GROEI BIJ VARKENS
(Literatuuroverzicht)

W. A. G. CÖP

*Afdeling Veeteelt, Landbouwhogeschool,
Wageningen*

(Ontvangen 2-IX-1970)

H. VEENMAN & ZONEN N.V. - WAGENINGEN - 1971

6104 527

INHOUD

1.	INLEIDING	5
2.	PRENATALE GROEI	7
2.1.	Het verloop van de prenatale groei	7
2.2.	Factoren, die de prenatale groei beïnvloeden	9
2.2.1.	Genetische invloeden	10
2.2.2.	Milieuinvloeden	10
3.	DE GROEI VAN DE GEBORTE TOT 8 WEKEN	13
3.1.	Het verloop van de groei van de geboorte tot 8 weken	13
3.2.	Factoren, die de groei van geboorte tot 8 weken beïnvloeden	15
3.2.1.	Genetische invloeden	15
3.2.2.	Milieuinvloeden	15
4.	DE GROEI TIJDENS DE MESTPERIODE	19
4.1.	Het groeiverloop tijdens de mestperiode	19
4.2.	Factoren, die de groei tijdens de mestperiode beïnvloeden	20
4.2.1.	Genetische invloeden	20
4.2.2.	Milieuinvloeden	21
5.	DE GROEI BOVEN 100 kg	26
5.1.	Het groeiverloop boven 100 kg	26
5.2.	Invloedsfactoren op de groei boven 100 kg	29
5.2.1.	Genetische invloeden	29
5.2.2.	Milieuinvloeden	30
	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	31
	SUMMARY AND CONCLUSIONS	33
	LITERATUUR	35

1. INLEIDING

Groei kan betrekking hebben op talloze biologische verschijnselen. Hierbij kan o.a. worden gedacht aan: de toename van populaties, de gewichtsvermeerdering van een individu, een orgaan, een weefsel of een enkele cel, en de toename van bepaalde lichaamsmaten. Op grond van deze pluriforme betekenis en inhoud van het verschijnsel groei definieert BRODY (1945) het als volgt: 'Growth may be defined as relatively irreversible timechange in magnitude of the measured dimension or function'.

Groei houdt een of meer van de volgende 3 aspecten in (NEEDHAM, 1933; BRODY, 1945): celvermeerdering, celvergroting en/of toename van de hoeveelheid levend materiaal. In dit kader moet men de uitspraak van CARLSON (1969) ook beschouwen, als hij schrijft: 'Growth involves a correlated increase in total body mass, resulting from an increase in the size of the individual tissues and organs.' Voor de regulering van de groei bestaan er bepaalde homeostatische mechanismen in het lichaam, die er voor zorgen, dat de activiteiten van de diverse cellen zijn aangepast aan de vraag naar produkten (HAFEZ, 1969a). Hierbij spelen de groeiregulators een bijzondere rol (CARLSON, 1969).

Bij een beschrijving van de groei bij varkens kunnen diverse aspecten als uitgangspunt worden genomen. Met name kunnen worden genoemd: het gewichtsverloop, de verandering in anatomische verhoudingen en chemische samenstelling, en de toename van maten en de verandering van maatverhoudingen. Een indruk van de wijziging van de anatomische verhoudingen en de chemische samenstelling van varkens tussen conceptie en volwassenheid kan worden verkregen uit de onderzoeken van ULLREY e.a. (1965) t.a.v. de prenatale periode, ELSLEY (1963a) en BROOKS e.a. (1964) t.a.v. de zoogperiode, MC MEEKAN (1940), HOFMANN en BARFUSS (1962) en KALLWEIT (1964) over de mestperiode, en HOFMANN en BOETTCHER (1966) en ELSLEY e.a. (1968) over de periode boven de 100 kg. Een beschrijving van de groei d.m.v. de verandering in lichaamsmaten is veelvuldig uitgevoerd bij runderen (o.a. BRODY, 1945; TAYLOR en GRAIG, 1965; Vos, 1969). Bij varkens is hierover echter maar weinig onderzoek verricht. De verandering in maten tijdens de prenatale periode is o.a. beschreven door ULLREY e.a. (1965), gegevens over mestvarkens zijn o.a. verzameld door SCHMIDT e.a. (1935) en VERSTEGEN (1970b), terwijl voor oudere dieren verwezen kan worden naar SCHMIDT (1940), ROSENHAHN (1958) en CÖP en STELWAGEN (1970a). Een beschrijving van het gewichtsverloop van conceptie tot volwassenheid is gegeven door BRODY (1945), terwijl onderzoeken, die bepaalde gedeelten van het gewichtsverloop beschrijven talrijk zijn.

In dit overzicht over de groei bij varkens is het gewicht als uitgangspunt genomen. Naast het gewichtsverloop is een overzicht gegeven van de belangrijkste genetische en milieufactoren, die de groei beïnvloeden.

Hierbij is de groei ingedeeld in 4 perioden:

1. prenatale groei
2. groei van de geboorte tot 8 weken
3. groei tijdens de mestperiode
4. groei boven 100 kg.

2. PRENATALE GROEI

De betekenis van de prenatale groei komt tot uiting in zijn resultante, het geboortegewicht. Uit diverse onderzoeken is nl. gebleken dat:

1. er een positief verband bestaat tussen de overlevingskans van biggen en het geboortegewicht (POMEROY, 1960; FREDEEN en PLANCK, 1963; AKKERMANS, 1966 en 1969).
2. een hoger geboortegewicht een positieve invloed uitoefent op de postnatale groei (POMEROY, 1960; AKKERMANS, 1966 en 1969; LEGAULT en AUMAITRE, 1966; SALMON-LEGAGNEUR e.a., 1966).

2.1. HET VERLOOP VAN DE PRENATALE GROEI

De prenatale groei kan worden gemeten via maten aan het embryo (o.a. totale lengte, lengte van de wervelkolom, lengte van de kruin tot de staart-inplanting), of via vaststelling van het gewicht van het embryo (HAFEZ, 1969b).

Het verloop van de prenatale groei wordt veelal beschreven via algebraïsche formules en groeicurven (WEINBACH, 1941; BRODY, 1945; HUGGETT en WIDDAS, 1951; POMEROY, 1960). Dat deze formules en groeicurven met name voor het individu nogal eens afwijkingen kunnen vertonen, en onbevredigend kunnen zijn, blijkt duidelijk uit de woorden van SALMON-LEGAGNEUR (1967), als hij schrijft: 'However, such equations describe much more realistically the ideal course that growth should follow, rather than the irregular picture secured by individual values'.

Meestal zijn de algebraïsche formules die worden gebruikt om de prenatale groei te beschrijven exponentieel (o.a. WEINBACH, 1941; BRODY, 1945). Eerstgenoemde onderzoeker kwam tot de bevinding dat de prenatale groei (e.g. gewichtsverloop) bij de mens en diverse diersoorten goed kan worden weergegeven door formule¹:

$$W_t = A e^{k(t-t')} - A$$

In deze formule is W_t = het gewicht (g), t_t = bijbehorende leeftijd (dg), t' = leeftijdsparameter voor correctie i.v.m. implantatie en de eerste stadia, als de groei plaatsvindt zonder merkbare gewichtsverandering, k = maat voor de snelheid waarmee het gewicht verandert en A = constante, die de z.g., impuls 'to grow' aangeeft: een factor - hetzij van de placenta, hetzij van het embryo zelf - die samen met het gewicht de groei beïnvloedt. In de bovenvermelde formule zijn A , k en t' constant en soort-specifiek. Voor varkens berekende WEINBACH

¹ Deze formule wijkt in zoverre af van die van BRODY (1945), dat WEINBACH (1941) de groei evenredig stelt aan het effectieve gewicht ($A+W$), en BRODY (1945) aan het werkelijke gewicht (W).

(1941) op grond van literatuurgegevens voor A, k en t' resp. 521.3 (g), 0.0147 en 48.0 (dagen). Volgens deze waarden zou het gewicht na 114 dagen 854 g bedragen, terwijl dit voor de meeste rassen 1200–1400 g bedraagt. Daarom zijn A, k en t' berekend met behulp van groeicijfers uit het onderzoek van POMEROY (1960). Hiertoe zijn 3 gewichten en de bijbehorende leeftijden van embryo's noodzakelijk.² Afhankelijk van het traject, waarin de leeftijden werden gekozen, werden de volgende waarden voor A, k en t' gevonden (tabel 1).

TABEL 1. De waarden van A, k en t' in de formule van WEINBACH (1941), afhankelijk van het leeftijdstraject, waarin waarnemingen worden verricht.

Waarnemings- gebied	t ₁ dagen	W ₁ (g)	t ₂ dagen	W ₂ (g)	t ₃ dagen	W ₃ (g)	A (g)	k	t' dagen
Verspreid	50	55	82	410	114	1354	159	0.031	40
Begin	50	55	55	83	60	120	32	0.056	32
Eind	104	978	109	1156	114	1354	606	0.021	59

Uit tabel 1 blijkt, dat A, k en t' sterk kunnen variëren, afhankelijk van het leeftijds- c.q. gewichtstraject, waarin de waarnemingen worden gekozen. Het is dus van belang de waarnemingen zoveel mogelijk verspreid te kiezen over het traject, waarover het groeiverloop moet worden weergegeven.

POMEROY (1960) kwam op grond van een onderzoek met 106 zeugen, die in de diverse stadia van de dracht waren geslacht tot de bevinding, dat het verband tussen leeftijd en gewicht bij varkensembryo's het beste kan worden weergegeven door de formule:

$$W_1 = 0.1 (0.2447 t_1 - 4.06)^3$$

Hierin is W₁ = het gewicht van het embryo in g en t₁ = het drachtigheidsstadium in dagen.

Door de formule van POMEROY (1960) te transformeren, kan het verband tussen de leeftijd van het embryo en het groeiverloop lineair worden gemaakt volgens de formule:

$$W_1^{1/3} = 0.1135 (t_1 - 16.59)$$

Deze getransformeerde formule stemt vrijwel volledig overeen met die, welke door HUGGETT en WIDDAS (1951) werd gebruikt om de embryonale ontwikkeling van zoogdieren te vergelijken.

² Indien de leeftijden met een gelijk interval worden gekozen, kunnen A, k en t' volgens de onderstaande formules worden berekend:

$$k = \frac{2 \ln \frac{W_3 - W_2}{W_2 - W_1}}{(t_3 - t_1)} \quad A = \frac{W_2^2 - W_1 W_3}{W_1 + W_3 - 2W_2} \quad t' = t_1 - 1/k \ln \left(\frac{W_1 + A}{A} \right)$$

Op grond van het verloop van de gewichtsvermeerdering van de placenta en het verband tussen placentagewicht en embryogewicht enerzijds, en het feit, dat de lengte van een embryo (in feite te vergelijken met de derdemachtswortel uit het gewicht) een nauwer verband vertoont met de leeftijd van het embryo dan het gewicht (ULLREY e.a., 1965) anderzijds, concludeert SALMON-LEGAGNEUR (1967), dat de formule van POMEROY (1960) het embryonale gewichtsverloop beter zou benaderen dan die van WEINBACH (1941). In figuur 1 is daarom het prenatale groeiverloop weergegeven, zoals dat wordt beschreven door beide formules. Het blijkt, dat er vrijwel geen verschil bestaat in groeiverloop, mits A , k en t' in de formule van WEINBACH (1941) worden berekend op grond van dezelfde gegevens, en mits deze gegevens verspreid liggen over het gehele leeftijds- c.q. gewichtstrajekt. Dat bovendien het door ULLREY e.a. (1965) gevonden verband tussen lengte en leeftijd van het embryo groter was dan het verband tussen gewicht en leeftijd is vanzelfsprekend, omdat het hier lineaire correlatiecoëfficiënten betrof.

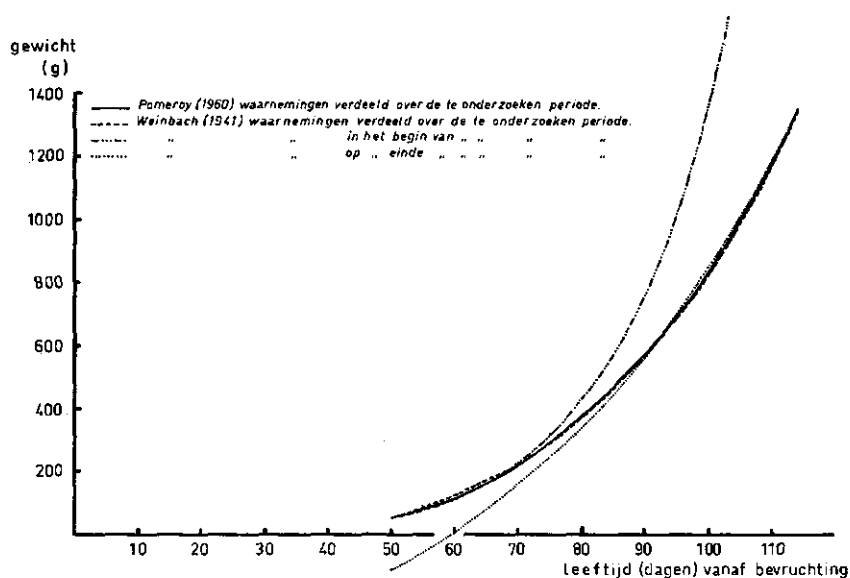


FIG. 1. Het gewichtsverloop van biggen tijdens de prenatale periode.

2.2. FACTOREN, DIE DE PRENATALE GROEI BEÏNVLOEDEN

Of een factor van invloed is op de prenatale groei bij varkens is meestal onderzocht via analyse van het geboortegewicht. De invloedsfactoren kunnen in twee groepen worden ingedeeld:

1. Factoren van genetische aard, zoals bijv. geslachtsverschillen, beïnvloeden, inteelt en kruising.

2. Milieuvloeden. Hiertoe kunnen o.a. worden gerekend: leeftijd van de moeder, en de invloed van de worpgrootte, de voeding en het intrauteriene milieu.

2.2.1. *Genetische invloeden*

De genetische invloeden op de prenatale groei zijn over het algemeen klein (SALMON-LEGAGNEUR, 1967). Voor het geboortegewicht wordt een h^2 vermeld van ongeveer 0,1 (LEGAULT en AUMAITRE, 1966; FIEDLER, 1967; SALMON-LEGAGNEUR, 1967), en een herhaalbaarheid van 0,3 tot 0,4 (FIEDLER, 1967).

Deze geringe genetische invloed is opmerkelijk omdat:

1. bij runderen bijv. een aanmerkelijk hogere h^2 voor het geboortegewicht wordt gevonden (0,4–0,5, Vos, 1969), terwijl over het algemeen de erfelijkheidsgraden voor dezelfde kenmerken bij diverse diersoorten goed overeenstemmen (JOHANSSON e.a., 1966).

2. door vele onderzoekers een significant positief verband wordt gevonden tussen het geboortegewicht en de postnatale groei (o.a. AKKERMANS, 1966 en 1969; AUMAITRE e.a., 1966; VEUM e.a., 1967; SAFFER en SIMON, 1970).

Het moet daarom niet uitgesloten worden geacht, dat dit verschil in h^2 voor geboortegewicht ten dele door verschillen in berekeningsmethoden moet worden verklaard, en door de negatieve invloed die de worpgrootte op het geboortegewicht uitoefent.

Mannelijke biggen zijn bij de geboorte significant zwaarder dan vrouwelijke (WALDORF e.a., 1957; JOUBERT, 1962; AUMAITRE e.a., 1966; SAFFER en SIMON, 1970). Het verschil tussen de geslachten bedraagt volgens genoemde onderzoekers ongeveer 30 à 40 g.

Rasverschillen t.a.v. het geboortegewicht worden o.a. vermeld door POND e.a. (1960), SKÅRMAN (1961), SPÄTH (1964) en HARING e.a. (1966). Een aanzienlijk deel van deze verschillen wordt evenwel veroorzaakt door verschillen in grootte tussen de diverse varkensrassen. Dat hierbij de moederinvloed van grote betekenis is, werd duidelijk aangetoond in kruisingsproeven (JOUBERT, 1962; HARING e.a., 1966) en d.m.v. embryotransplantatie (STEINBACH e.a., 1967).

Uit literatuuroverzichten van FREDEEN (1956 en 1957), TRIEBLER (1969) en GLODEK (1970) blijkt, dat het effect van inteelt en kruising op het geboortegewicht van biggen vrij gering is. De worpgrootte en het worpgewicht daarentegen worden wel duidelijk beïnvloed. Rekening houdend met de worpgrootte zou gesteld mogen worden, dat inteelt het geboortegewicht doet dalen (FREDEEN 1956; WITT e.a., 1966), terwijl door kruising het geboortegewicht enigszins positief wordt beïnvloed (GLODEK, 1970).

2.2.2. *Milieuvloeden*

SALMON-LEGAGNEUR e.a. (1966) vinden bij een analyse binnen jaren en binnen worpnummer, dat noch de leeftijd van de moeder, noch de gewichtsveranderingen tijdens de dracht het geboortegewicht beïnvloeden. Bij gelten zou er echter wel een positief verband bestaan tussen leeftijd bij de eerste worp en het

geboortegewicht (WALDORF e.a., 1957; OMTVEDT e.a., 1965; FIEDLER, 1967). Verschillende onderzoekers vermelden, dat biggen van eerste worpszeugen lichter zijn dan die van oudere zeugen (WALDORF e.a., 1957; POMEROY, 1960; FIEDLER, 1967). Dit verschijnsel wordt door HAMMOND (1932) verklaard, doordat er concurrentie zou bestaan voor groeihormoon tussen de nog groeiende zeug en de embryo's. Een verschil in geboortegewicht tussen biggen van eerste worpszeugen en die van oudere werd evenwel niet gevonden door LODGE e.a. (1966a) en LODGE (1969).

Een positief verband tussen drachtigheidsduur en geboortegewicht ($r = 0,15 - 0,20$) wordt vermeld door LYNCH (1965), OMTVEDT e.a. (1965) en FIEDLER (1967). SALMON-LEGAGNEUR e.a. (1966) vinden geen effect van drachtigheidsduur op het geboortegewicht, terwijl SAFFER en SIMON (1970) vermelden, dat tot 118 dagen dracht het verband met het geboortegewicht positief is, en daarna negatief.

Het geboortegewicht, en daarmee ook de prenatale groei worden nadelig beïnvloed door de worpgrootte (POMEROY, 1960; LYNCH, 1965; SALMON-LEGAGNEUR e.a., 1966; OMTVEDT e.a., 1965; FIEDLER, 1967; HAFEZ, 1969b). De korrelatie tussen deze twee eigenschappen schommelt van $-0,20$ tot $-0,48$. Volgens AKKERMANS (1969) is het negatieve verband tussen toomgrootte en geboortegewicht echter alleen aanwezig, indien de toomgrootte meer dan 12 biggen bedraagt.

MAJERCIAK (1965) vond geen verband tussen de plaats van het embryo in de uterus en het gewicht van het embryo. WALDORF e.a. (1957), POMEROY (1960) en ELSINGHORST (1969) daarentegen vermelden dat de biggen aan de uiteinden van de uterus groter zijn dan die in het midden van de uterus. Volgens SALMON-LEGAGNEUR (1967) zou dit verschijnsel zich alleen voordoen, indien het aantal biggen in een uterushoorn 5 of meer bedraagt. Ook vermelden POMEROY (1960) en SALMON-LEGAGNEUR (1967), dat de embryo's naast een afgestorven embryo over het algemeen groter zijn, dan op grond van hun plaats in de uterus mag worden verwacht. Dit duidt er volgens laatstgenoemde onderzoekers op, dat er in utero een bepaalde concurrentie bestaat om nutriënten, en dat de embryo's met de meeste ruimte om zich heen, en met het beste vaatsysteem het grootste zullen zijn. Deze concurrentie om nutriënten komt ook tot uiting in het feit, dat met het toenemen van het aantal embryo's en met het voortschrijden van de dracht de variabiliteit in het embryogewicht binnen worpen toeneemt (POMEROY, 1960).

Volgens SALMON-LEGAGNEUR (1962, 1965 en 1967) is de invloed van de voeding van de zeug op het geboortegewicht van de biggen gering, en zou een restrictie van 30–50% beneden het ad lib.niveau nodig zijn om enige invloed op het geboortegewicht te kunnen waarnemen. Dit blijkt eveneens uit onderzoeken van CLAWSON e.a. (1963), HENSON e.a. (1964) en LODGE e.a. (1966a). MOUSTGAARD (1959) daarentegen is van mening, dat reeds bij een geringe ondervoeding het geboortegewicht daalt. LODGE e.a. (1966a) voerden een groep zeugen gedurende de hele dracht 6 lb. krachtvoer per dag, en een andere groep 3 lb. Dit verschil in rantsoen bleek de worpgrootte niet te beïnvloeden, maar wel

was het geboortegewicht van de biggen bij de zeugen met het laagste rantsoen 13% lager. LODGE e.a. (1966a) en LODGE (1969) vonden, dat niet alleen een beperking van de voeding gedurende het laatste deel van de dracht van invloed is op het geboortegewicht, zoals door SALMON-LEGAGNEUR (1962) wordt vermeld, maar dat ook de voeding gedurende het begin en het midden van de dracht van belang is. Dit stemt overeen met de gedachtengang van POMEROY (1960), die tot de bevinding kwam, dat de placentagroei voornamelijk de eerste 60-70 dagen van de dracht plaats vindt, en dat het vooral de uiteindelijke grootte van de placenta is, die het geboortegewicht bepaalt.

Bij hun onderzoeken naar de invloed van de beperking van eiwit resp. energie op het geboortegewicht kwamen RIPPEN e.a. (1962), CLAWSON e.a. (1963) en SALMON-LEGAGNEUR (1965) tot de conclusie, dat vooral de beperking van de energieopname het geboortegewicht doet dalen, en dat een verminderde eiwitgift vrijwel geen invloed heeft.

Jaarinvloeden op het geboortegewicht worden o.a. gevonden door AUMAITRE e.a. (1966), FREDEEN en PLANCK (1963) en SAFFER en SIMON (1970). Van de totale variantie in het geboortegewicht kan 6-10% hierdoor worden verklaard. Als oorzaken van verschillen tussen jaren vermelden AUMAITRE e.a. (1966) milieuinvloeden, waaronder met name wijzigingen in de gezondheidstoestand van een varkensstapel, die zich van jaar tot jaar kunnen voordoen.

3. DE GROEI VAN DE GEBOORTE TOT 8 WEKEN

Hoewel de duur van de zoogperiode nogal sterk kan variëren, afhankelijk van het opfokstelsel, dat wordt toegepast, wordt in de literatuur vrij algemeen het gewicht op 8 weken als 'weaning-weight' beschouwd. Wanneer hier dan ook wordt gesproken over de groei tijdens de zoogperiode, dan wordt hiermee bedoeld de groei vanaf de geboorte tot de leeftijd van 8 weken.

3.1. HET VERLOOP VAN DE GROEI VAN DE GEBOORTE TOT 8 WEKEN

AUMAITRE e.a. (1966) wogen 6669 biggen vanaf de geboorte tot een leeftijd van 60 dagen met een interval van 3-5 dagen. Zij kwamen evenals LEGAULT en CANONGE (1965) tot de bevinding dat de groei tijdens de zoogperiode goed weergegeven kan worden door een derdegraadsvergelijking:

$$W_i = K + at_i + bt_i^2 + ct_i^3$$

Hierin is W_i = het gewicht (kg), t_i = bijbehorende leeftijd (dg), en K , a , b en c zijn constanten. AUMAITRE e.a. (1966) en LEGAULT en CANONGE (1965) verkregen deze vergelijking via de methode van de kleinste kwadraten. Toevoeging van een 4e machtsfactor bleek de aanpassing tussen het werkelijke groeiverloop en het theoretisch berekende bij hun onderzoeken niet significant te verbeteren. Op een gewicht van 3,4 tot 4,8 kg (11e tot 17e dag) werd door AUMAITRE e.a. (1966) vrijwel steeds een knik in de groeicurve gevonden, onafhankelijk van het ras waarop de gegevens betrekking hadden. Een korte groeivertragende fase wordt ook gevonden door ELSLEY (1963a en 1963b), terwijl een dergelijke periode ook in vrijwel alle door FORSHAW e.a. (1953) aangehaalde onderzoeken aantoonbaar is. Mogelijk kan deze knik worden veroorzaakt, doordat de melkproduktie van de zeug omstreeks die tijd haar top bereikt (o.a. HARTMAN en POND, 1960; POND e.a., 1962; SALMON-LEGAGNEUR, 1965), terwijl bovendien de opname van vast voer nog gering is (AUMAITRE en SALMON-LEGAGNEUR, 1961; ELSLEY, 1963a) en aanvankelijk minder goed wordt verteerd (EUSEBIO e.a., 1965). Een tweede verklaring voor de knik in de groeicurve zou gelegen kunnen zijn in het feit, dat er omstreeks 3 weken na de geboorte frequenter ziekten optreden (SMITH, 1966).

ASHTON en CRAMPTON (1943) hebben het groeiverloop van biggen benaderd via een tweedegraadsvergelijking, terwijl volgens BRODY (1945) en VANSCHOU-BROEK en VAN SPAENDONCK (1967) het groeiverloop van geboorte tot puberteit goed weergegeven kan worden door de formule:

$$W_i = A e^{kt_i}$$

of de gedifferentieerde vorm ervan:

$$\ln W_i = a + k t_i$$

In beide formules is W_1 = het gewicht, t_1 = bijbehorende leeftijd van de big, terwijl k een maat is voor de snelheid waarmee het gewicht verandert, en a een constante.

Zowel de formules van ASHTON en CRAMPTON (1943), als die van BRODY (1945) en VANSCHOUBROEK en VAN SPAENDONCK (1967) gaan er dus van uit, dat er geen groeivertragende fase tijdens de zoogperiode bestaat of dat deze slechts van geringe betekenis is. Met behulp van de gegevens van VANSCHOUBROEK en VAN SPAENDONCK (1967) over de groei bij biggen is daarom het groeiverloop bij biggen berekend volgens de formule van BRODY (1945), WEINBACH (1941) en een tweede- en derdegraadsvergelijking. Het blijkt (figuur 2), dat de formule van WEINBACH (1941) een betere benadering is voor het groeiverloop tijdens de zoogperiode dan die van BRODY (1945). Wil men evenwel het groeiverloop nauwkeuriger beschrijven, dan kan dit geschieden d.m.v. een regressievergelijking¹.

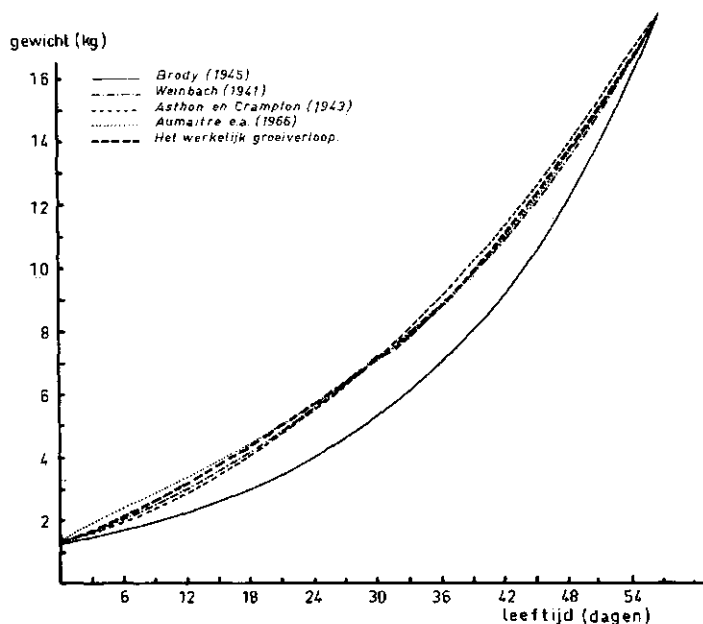


FIG. 2. Groei van biggen tijdens de zoogperiode.

Een derdegraadsvergelijking – zoals reeds is voorgesteld door LEGAULT en CANONGE (1965) en AUMAITRE e.a. (1966) – blijkt het groeiverloop uitstekend weer te geven, zoals te zien is in figuur 2.

¹ In het algemeen kan men stellen dat bij n waarnemingen het verband tussen 2 variabelen exact kan worden beschreven door een regressievergelijking tot de $(n - 1)^{\text{e}}$ macht. K. MATHER Statistical analysis in biology. 2e druk. Londen 1966. Hfdst. IX: 129–159.

3.2. FACTOREN, DIE DE GROEI VAN GEBOORTE TOT 8 WEKEN BEÏNVLOEDEN

HAFEZ (1963) noemt als factoren welke de groei voor het spenen beïnvloeden: geboortegewicht, genotype van het dier, melkproduktie van de moeder, maternale zorg, leeftijd van de moeder en de leeftijd bij het spenen. Een tweetal belangrijke factoren, die hierbij niet worden genoemd, en welke een grote invloed hebben, zijn: de hoeveelheid voer, welke de biggen wordt verstrekt naast de moedermelk, en de invloed van het stalklimaat en het optreden van ziekten.

3.2.1. *Genetische invloeden*

De invloed van genetische factoren op het speengewicht van biggen is vrij gering. De erfelijkheidsgraad, die door de diverse onderzoekers voor deze eigenschap wordt vermeld, bedraagt omstreeks 0,10 (BLNUN e.a., 1953; WARD e.a., 1964; DETTMERS e.a., 1965; LEGAULT en AUMAITRE, 1966). Een verschil in erfelijkheidsgraad tussen zeugbiggen en borgen voor het speengewicht wordt vermeld door LEGAULT en AUMAITRE (1966). Zij vonden bij zeugjes een hogere erfelijkheidsgraad dan bij borgen (0,14 resp. 0,04) en wijten dit verschil aan het kastratieëffekt.

Dat het verschil in gewicht tussen de geslachten verandert tijdens de zoogperiode, blijkt uit het feit, dat het zwaardere geboortegewicht van de beertjes bij het spenen geheel is gecompenseerd (JOUBERT, 1962; FREDEEN en PLANCK, 1963; KOOPS, 1967), of zelfs, dat de zeugbiggen zwaarder zijn bij het spenen (LEGAULT en AUMAITRE, 1966). De oorzaak hiervan kan gelegen zijn in de groei-vertraging, die de kastratie veroorzaakt (PESCH, 1970), ofschoon de literatuur over de invloed van kastratie op de groei van varkens zeer tegenstrijdige resultaten vermeldt (VERSTEGEN, 1965; WALSTRA en KROESKE, 1967).

Over het algemeen blijkt uit de meeste onderzoeken, dat inteelt de groei tijdens de zoogperiode nadelig beïnvloedt (FREDEEN, 1956; OWSJANNIKOW, 1969). Vooral de inteelt van de zeug blijkt nadelig te werken, terwijl anderzijds ook het nadelig effect sterk kan verschillen per lijn.

Uit een overzicht van LAUPRECHT (1957) aangaande de invloed van rassenkruising op het speengewicht blijkt, dat de groei tijdens de zoogperiode vrijwel steeds hoger was dan het oudergemiddelde en in 70 % van de gevallen zelfs beter dan die van de beste ouder. GLODEK (1970) concludeert, dat biggen uit een 2-rassenkruising bij het spenen 4-5 % zwaarder zijn, dan biggen van zuiver ras. Eenzelfde percentage werd ook gevonden door KROESKE (1968) voor de GY $\times$ NL-kruising. Het gebruik van een 3-rassen-c.q. lijnenkruising geeft ongeveer 12 % voordeel in groei tijdens de zoogperiode (FREDEEN, 1957; GLODEK, 1970).

3.2.2. *Milieuinvloeden*

Door diverse onderzoekers is een verband aangetoond tussen de leeftijd c.q. worpnummer en de 'reproductive performance' van zeugen. Een complex van factoren is hiervoor verantwoordelijk. Het blijkt, dat omstreeks de derde worp het worpgewicht van de levendgeboren biggen, de melkproduktie van de zeug en

ook het speengewicht het grootste is (SALMON-LEGAGNEUR, 1965; AUMAITRE e.a. 1966; FIEDLER, 1967).

Hoewel de voeding van de zeug zijn invloed op het speengewicht zou kunnen hebben via het geboortegewicht en de melkproduktie, werd noch door SELF e.a. (1960) en CLAWSON e.a. (1963), noch door LODGE e.a. (1966a) enige invloed gevonden van het voederniveau tijdens de dracht op het speengewicht van de biggen.

Van de totale variatie in het 8-weekse gewicht van biggen binnen worpen gaat 25-30% samen met een variatie in melkconsumptie (LODGE en MC DONALD, 1959; HARTMAN e.a., 1962). De melkconsumptie had op een leeftijd van 3 weken een significante invloed op de gewichtsverschillen tussen worpen; bij het spenen konden de eerstgenoemde onderzoekers evenwel geen significante invloeden aantonen op het worpgewicht. Een positieve correlatie van 0,5-0,6 tussen worpgewicht bij het spenen en de melkproduktie wordt echter vermeld door AUMAITRE en SALMON-LEGAGNEUR (1961) en ALLEN en LASLEY (1960). Uit diverse onderzoeken blijkt, dat de melkproduktie van zeugen haar top bereikt in de 3e-5e week na de partus, en o.a. wordt beïnvloed door individuele verschillen, ras, leeftijd, gewichtstoename tijdens de dracht en het aantal biggen (ALLEN en LASLEY, 1960; HARTMAN en POND, 1960; POND e.a., 1962; SALMON-LEGAGNEUR, 1965).

Vrij algemeen wordt vermeld, dat de voorste tepels bij zeugen melkrijker zijn dan de achterste, en dat dientengevolge de biggen, die vóór zuigen zwaarder zijn (MC BRIDE e.a., 1965; SALMON-LEGAGNEUR, 1965; KOOPS, 1967). Volgens HARTMAN e.a. (1962) is er evenwel geen verband tussen de plaats van de tepel en de melkproduktie, maar is het de vitaliteit van de big bij de geboorte, die de melkproduktie bepaalt.

Vele malen reeds is nagegaan, welke invloed het geboortegewicht en het gewicht op 3 weken hebben op het speengewicht van biggen. In tabel 2 is een over-

TABEL 2. Het verband tussen het geboortegewicht, het 3-weekengewicht en het gewicht bij het spenen.

	Correlatie-coëfficiënten (binnen tomen)			Aantal biggen	ras
	$r_{0,3}$	$r_{0,8}$	$r_{3,8}$		
FORSHAW e.a. (1953)		0,31		1276	
LODGE e.a. (1959)	0,61	0,55	0,83	208	Wessex Saddleback
TETER e.a. (1959)			0,78	98	Large White
KOLAT e.a. (1961)	0,46	0,51	0,61	3080	Large White
LODGE e.a. (1963)	0,59	0,59		150	Large White
MC BRIDE e.a. (1965)	0,55	0,44	0,73	320	Berkshire + Large White
AUMAITRE e.a. (1966)	0,54	0,37	0,63	4000	Large White
KOOPS (1967)	0,61	0,45	0,75	108	NL (gelten)
	0,56	0,46	0,80	95	NL (zeugen)

TABEL 3. De voederopname (krachtvoer) per week in g van biggen.

Leef- tijd	LUCAS e.a. (1959)		SCHLEGEL en JAHNE (1961)		AUMAITRE en SALMON-LEGAGNEUR (1961)		BEKAERT (1966)		VANSCHOUBROEK en VAN SPAENDONCK (1967)		MARTIN en VAN DER HEYDE (1969)	
	Wessex × L.W.		DVL		Large White		Belg. Lv. Piétr.				Belg. Lv. + Piétr.	
	gesp.	gesp.	gesp.	niet gesp.	niet gesp.	niet gesp.	niet gesp.	niet gesp.	niet gesp.	gesp.	gesp.	gesp.
1												
2					3							
3	2600		49,0		40		34	45	42		800	
4	3900		55,3		73		238	137	140		1600	
5	6500		541,8		170		850	502	490		2600	
6	6900	2661,4		668,5	806		2183	1559	1274		3500	
7	7900	5121,9		2286,9	1517		4738	3483	2646		4900	
8	10100	6501,6		4006,8	2301		5852	4512	4193			
					2455							

zicht van deze correlaties gegeven. Hieruit blijkt duidelijk, dat de invloed van het geboortegewicht met het toenemen van de leeftijd afneemt.

Volgens o.a. FREDEEN en PLANCK (1963) en SALMON-LEGAGNEUR e.a. (1966) wordt ongeveer 10% van de variatie in het gewicht bij het spenen veroorzaakt door verschillen in worpgrootte. Geen significante invloed van de worpgrootte bij de geboorte, maar wel bij het spenen werd gevonden door LODGE e.a. (1961), wat waarschijnlijk verklaard moet worden door de verschillen in sterfte tussen tomen tijdens de zoogperiode.

De invloed van het verstrekken van extra krachtvoer aan de biggen tijdens de zoogperiode is groot. Vooral vanaf de vijfde week is deze krachtvoerconsumptie aanzienlijk, zoals uit tabel 3 blijkt. Verder komt uit deze tabel duidelijk tot uiting in hoeverre de krachtvoeropname door het vroegspenen wordt beïnvloed. De variatie in het gewicht op 8 weken tussen worpen zou nl. voor 26-77% worden veroorzaakt door verschillen in opgenomen hoeveelheden krachtvoer (AUMAITRE en SALMON-LEGAGNEUR, 1961: 57%; LODGE en MC DONALD, 1959: 77%; LODGE e.a., 1961a: 26%; BEKAERT, 1966: 61%).

De invloed van seizoen- en jaarinvloeden (o.a. FREDEEN en PLANCK, 1963; AUMAITRE e.a., 1966) en bedrijfsinvloeden op het speengewicht en/of de leeftijd op 8 weken (VAN ROSSUM, 1968) zijn algemeen bekend, en er zal hier niet nader op worden ingegaan.

4. DE GROEI TIJDENS DE MESTPERIODE

Hoewel het gewicht bij het slachten sterk kan variëren, afhankelijk van het ras en de produktierichting, wordt momenteel het merendeel van de varkens geslacht op een gewicht van om en nabij 100 kg levend gewicht. De hiervolgende beschrijving zal daarom vrijwel uitsluitend betrekking hebben op de groei van 20 à 25 kg tot 100 kg.

4.1. HET GROEIVERLOOP TIJDENS DE MESTPERIODE

Het groeiverloop tijdens de mestperiode is reeds vele malen een punt van onderzoek geweest. Meestal was het hierbij de bedoeling de invloed van verschillende voedermethoden en voederniveau's op het groeiverloop en de slachtkwaliteit na te gaan (o.a. MC MEEKAN, 1940; LUCAS e.a., 1959; ELSLEY, 1963b). Een van de eerste onderzoekers, die getracht heeft het groeiverloop algebraïsch te beschrijven, was BRODY (1945). Hij vond, dat het groeiverloop van geboorte tot de puberteit goed kon worden weergegeven door de formule:

$$W_i = A e^{kt_i}$$

waarin: W_i = het gewicht, t_i = de bijbehorende leeftijd, k = de constante waarmee de groei verandert, en A = integratieconstante. Het tijdstip van de puberteit wordt vervolgens BRODY (1945) gekarakteriseerd, doordat het samenvalt met het buigpunt in de groeicurve van geboorte tot volwassenheid, en dus met het punt, waarbij de groei per dag maximaal is.

Uit onderzoekingen van CÖP e.a. (1970) die betrekking hadden op vrijwel ad. lib. gevoerde beren, blijkt, dat deze dieren het buigpunt in de groeicurve bij een gewicht van 100 kg gemiddeld nog niet hadden bereikt. Andere onderzoekers (o.a. HOFMANN en BARFUSS, 1962; GERWIG, 1966; RAPPEN e.a., 1967; WITT e.a., 1967; SCHRÖDER en FLOCK, 1968; ZAGOŽEN, 1969) komen evenwel tot de bevinding, dat het buigpunt in de groeicurve veelal beneden de 100 kg ligt. De plaats, waar het buigpunt optreedt zou volgens genoemde onderzoekers o.a. worden beïnvloed door ras- en geslachtsverschillen, en door verschillen in beveleesheid en voederniveau.

HARING e.a. (1966) en CÖP e.a. (1970) vonden, dat de groei tijdens de mestperiode kan worden weergegeven door de formule:

$$\sqrt{W_i} = a + kt_i \text{ ofwel } W_i = a + bt_i + ct_i^2$$

(waarin W_i = gewicht, t_i = bijbehorende leeftijd, k = regressie van gewicht op

leeftijd en $a = \text{constante}$), resp. door een formule waarbij zowel gewicht als leeftijd logaritmisch zijn getransformeerd:

$$\ln W_i = A + k \ln (t_i + A)$$

(hierin is $W_i = \text{gewicht}$, $t_i = \text{bijbehorende leeftijd}$, a en A zijn constanten). Dit moet waarschijnlijk worden verklaard, doordat een aantal varkens aan het einde van de mestperiode het buigpunt in de groeicurve reeds is gepasseerd. Voor dit laatste deel zou volgens BRODY (1945) de formule:

$$W_i = A - B e^{-kt_i}$$

moeten worden gebruikt ($A = \text{volwassen gewicht}$, $B = \text{integratie constante}$). In figuur 3 is het groeiverloop weergegeven, berekend volgens de formules van BRODY (1945), WEINBACH (1941) en een kwadratische vergelijking, uitgaande van de gegevens van CÖP e.a. (1970). De formule van WEINBACH (1941) en de kwadratische regressievergelijking blijken hierbij het groeiverloop duidelijk beter te benaderen dan die van BRODY (1945).

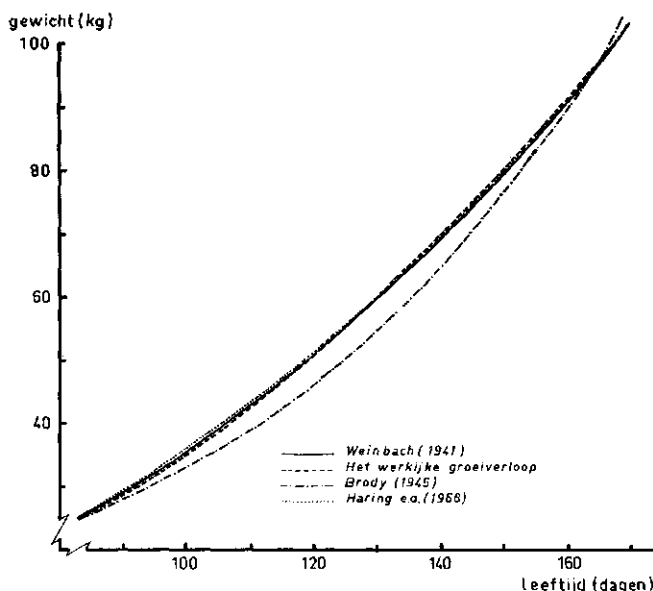


FIG. 3. Het groeiverloop tijdens de mestperiode.

4.2. FAKTOREN, DIE DE GROEI TIJDENS DE MESTPERIODE BEÏNVLOEDEN

4.2.1. Genetische invloeden

Een groot aantal onderzoeken zijn verricht om de invloed van genetische factoren op de groei van mestvarkens te bepalen. Veelal heeft men deze trachten

te kwantificeren via het berekenen van de erfelijkheidsgraad. Zoals uit tabel 4 blijkt, komen er aanzienlijke variaties voor in de erfelijkheidsgraad voor groei. De verschillen in de door diverse onderzoekers gevonden erfelijkheidsgraden zijn volgens FLOCK (1968) hoofdzakelijk te wijten aan:

1. het model, dat bij de analyse wordt gebruikt,
2. de voedermethode,
3. de mestperiode, waarop de gegevens betrekking hebben.

Veelal komt het voor, dat de erfelijkheidsgraden voor groei bij varkens worden overschat. Als voornaamste oorzaken moeten volgens AVERDUNK (1968) en FLOCK (1968) worden genoemd: het verwaarlozen van de verwantschap tussen moeders binnen vaders, het bestaan van een genotype-milieuinteractie en het feit, dat veelal geen rekening wordt gehouden met het bestaan van genetische verschillen tussen bedrijven.

T.a.v. de geslachtsverschillen wordt door vrijwel alle onderzoekers (o.a. FREDEEN en JONSSON, 1957; ZIJLSTRA, 1961; GERWIG, 1966; METZ, 1967; ZAGOŽEN, 1969) gevonden, dat bij individuele voeding borgen een langzamere groei vertonen dan zeugen. Bij groepsvoeding daarentegen groeien de borgen sneller (OSTERHOFF, 1956; ZIJLSTRA, 1961; METZ, 1967). Alleen SMITH e.a. (1962) vonden een enigszins betere groei bij borgen dan bij zeugen bij individuele voeding. Omtrent het verschil in groei tussen beren en borgen concluderen WALSTRA en KROESKE (1967) op grond van 22 geciteerde onderzoeken dat beren over het algemeen iets sneller groeien.

Het bestaan van rasverschillen t.a.v. de groei is algemeen bekend, en wordt o.a. vermeld door HOFMANN en BARFUSS (1962), HARING e.a. (1966), DOMMERHOLT en GRASHUIS (1968) en CÖP e.a. (1970).

Kruising heeft een gunstige invloed op de groei tijdens de mestperiode. Volgens FREDEEN (1957) en GLODEK (1970) zou de groei met 3-6,5% verbeteren. Er zou volgens FREDEEN (1957) echter geen verschil bestaan tussen 2- of 3-rassenkruisingen t.a.v. de groei tijdens de mestperiode.

Inteelt heeft volgens vrijwel alle onderzoeken een nadelig effect op de groei tijdens de mestperiode (FREDEEN, 1956). Per 10% inteelt vonden DICKERSON e.a. (1954), dat het gewicht bij 154 dagen 3,44 lb. lager was.

4.2.2. Milieuvloeden

T.a.v. milieuvloeden op de groei is het algemeen bekend, dat er verschillen tussen jaren en tussen seizoenen bestaan (o.a. JONSSON, 1963; OSTERHOFF, 1956; DONKER, 1966; LAUPRECHT en FLOCK, 1969). Volgens genoemde onderzoekers wordt 4-6% van de totale variantie in groei op de selektiemesterijen hierdoor verklaard. Veel belangrijker is evenwel de bedrijfsinvloed. Wordt bij de selektiemesterijen slechts een betrekkelijk klein percentage van de variantie in groei verklaard door verschillen tussen stations (4% volgens FREDEEN en JONSSON, 1957; 14% volgens OSTERHOFF, 1956; 9% volgens LAUPRECHT en FLOCK, 1969), de variantie tussen praktijkbedrijven is veel aanzienlijker. Als oorzaken kunnen hier met name worden genoemd: verschillen in huisvestingsmethoden, gezond-

TABEL 4. Schattingen van de erfelijkheidsgraad voor groei tijdens de mestperiode.

RAS	ONDERZOEKER(S)	MESTTRAJEKT	ANALYSEMETHODE	VOEDERMETHODE						
				individueel		groepsvoeding		onbekend		
				Z ¹	B ²	Z+B	Z	B	Z+B	
Duits Landr.	AVERDUNK (1968)	30-100 kg	} paternale half-sibs	0,04	0,51	0,09	0,33	0,74	0,77	0,38
Duroc, Landrace, Yorkshire en Berkshire	BLUNN e.a. (1953)	30-100 kg 56-112 dg 112-154 dg		0,53	0,68					
Ned. Landv.	BROEKHUIZEN (1962)	56-112 dg 112-156 dg 22- 90 kg	} regressie van moeder op nakomelingen, binnen vaders	0,69	0,91	0,69	0,85	0,40	0,51	0,25
Ned. Landv.	CÖP (1966)	22- 90 kg								
Ned. Landv.	DONKER (1966)	22- 90 kg	} paternale half-sibs	0,48	0,28	0,24	0,40	0,38	0,49	0,08
Duits Landv.	FLOCK (1968)	30-100 kg (1) 30-100 kg (2) 30-100 kg (3) 30-100 kg (1+2+3)								
Deens Landv.	FREDEN en JONSSON (1957)	20- 90 kg (1) 20- 90 kg (2) 20- 90 kg (3) 20- 90 kg (1+2+3)	} paternale half-sibs, binnen seizoenen en binnen stations	0,25	0,67	0,25	0,67	0,47	0,58	0,21
Duroc	HAZEL e.a. (1943)	57-112 dg 112-168 dg								
Deens Landv.	JONSSON (1959)	20- 90 kg	} paternale half-sibs met cort. voor seizoenen en verwantschap	0,48	0,78	0,16	0,32	0,43	0,47	0,28

						ouders-nakomelingenregressie, gecorr. voor bedrijfsinvloeden	
						0,04	0,25
Deens Landv.	LUSH (1936)				paternale half-sibs	0,41	
					paternale half-sibs met correctie voor verwantsch. tussen zeugen	0,27	
Ned. Landv.	METZ (1967)	25-100 kg			paternale half-sibs		
Deens Landv.	OSTERHOFF (1956)	20- 90 kg			paternale half-sibs met corr. voor verwantsch. tussen zeugen en tussen vaders en nakomelingen	0,47	0,45 0,53 0,04 0,26 0,21
Large White	SMITH e.a. (1962)	50-200 lb			patern. half-sibs met corr. voor verwantsch. tussen zeugen en tussen vaders en nakomelingen	0,41	
Landrace	SMITH en ROSS (1965)	50-200 lb				0,41	
Zweeds Landv.	URBAS (1968)	20- 30 kg					0,21 0,40 0,04
		30- 40 kg					0,03 0,18 0,39
		40- 50 kg					0,35 0,26 0,25
		50- 60 kg					0,20 0,73 0,26
		60- 70 kg					0,45 0,24 0,23
		70- 80 kg					0,07 0,18 0,07
		80- 90 kg					0,00 0,10 0,00
Duits Landv.	ZAGOŽEN (1969)	40- 60 kg				0,21	
		60- 80 kg				0,16	
		80-100 kg				0,16	
		90-110 kg				0,02	
		40-110 kg				0,23	
Ned. Landv.	ZIJLSTRA (1961)	22- 90 kg			paternale half-sibs met corr. voor verwantsch. tussen zeugen	0,77	0,90 0,84 0,35 0,43 0,39
					mid-parnet-offspring regr. paternale half-sibs	0,68	0,51 0,60 0,22 0,19 0,21

¹Z = Zeugen

²B = Borgen

procentuele afname
in groei per dag (g)

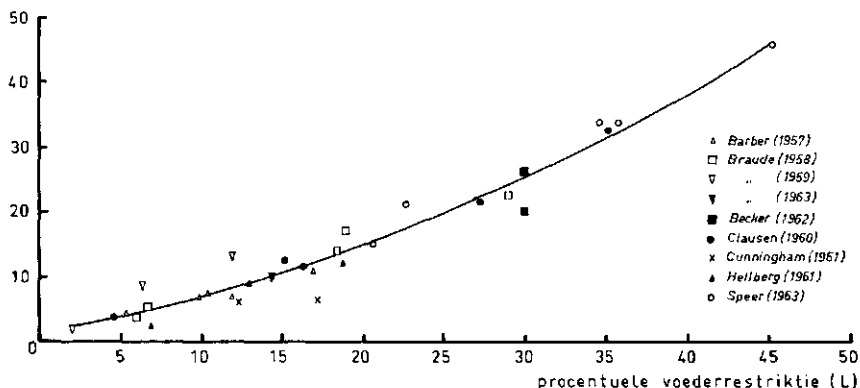


FIG. 4. De invloed van voederrestriktie op de groei per dag.

heidstoestand, voer en voersysteem en stalklimaat (VAN INGEN, 1969; VLEEMING, 1969; VERSTEGEN, 1970a).

Omtrent de invloed van leeftijd en gewicht op de groei is veel onderzoek verricht, om de invloed van vroeg spenen en van leeftijdsverschillen op een bepaald gewicht op de latere groei na te gaan. Uit deze onderzoeken blijkt, dat varkens die ouder zijn op een bepaald gewicht i.h.a. iets sneller groeien in het volgende traject ($r = 0,1-0,2$), mits deze groeivertraging het gevolg is van verschillen in milieuomstandigheden (JONSSON, 1963; SKJERVOLD en STANDAL, 1964; ZAGŽOEN, 1969; CöP e.a., 1970). Ook de onderzoeken van LUCAS e.a. (1959), ELSLEY (1963b), BAKKER (1964) en VANSCHOUBROEK e.a. (1965) over het verband tussen het voederniveau tijdens de zoogperiode en de groei in de mestperiode wijzen op het bestaan van compensatoire groei bij varkens.

VANSCHOUBROEK e.a. (1967) komen op grond van een literatuurstudie tot de conclusie, dat het verband tussen het voederniveau en de groei tijdens de mestperiode kwadratisch verloopt (zie figuur 4) en weergegeven kan worden door de formule:

$$G = 1,9600 + 0,3715 L + 0,0133 L^2$$

Hierin is G = procentuele afname in de groei en L = procentuele beperking in de voederverstrekking beneden het ad lib-niveau. Dit houdt in dat naast het verband, dat door de formule van VANSCHOUBROEK e.a. (1967) wordt beschreven vooral die factoren van belang zijn voor het beoordelen van de groei, welke de opname bij ad lib-voeding beïnvloeden. Uit diverse onderzoeken (CLAWSON e.a., 1962; COLE e.a., 1967a en 1967b; BAUMGARDT, 1969) blijkt, dat bij ad lib-voeding de opname aan energie binnen dieren vrij constant is, en dat de voeropname betrekkelijk onafhankelijk is van de concentratie en smakelijkheid.

(De smakelijkheid is volgens BAUMGARDT (1969) alleen van belang om de voeropname te stimuleren, als een dier niet aan de opname gewend is.) Wel bestaan er verschillen in opnamecapaciteit zowel binnen als tussen rassen (CLAWSON e.a., 1962; HOFMANN en BARFUSS, 1962; BAUMGARDT, 1969). De samenstelling van het voer is van belang voor de voeropname, omdat een slechtere kwaliteit als gevolg van een onevenwichtige samenstelling i.h.a. een remmende invloed heeft op de eetlust. De positieve invloed die pelletering heeft op de voeropname is volgens SEERLY e.a. (1962a en 1962b) gelegen in het verdwijnen van een negatieve factor zoals stoffigheid en de snellere passage door het spijsverteringskanaal. De positieve invloed van pelletering op de groei is volgens SEERLY e.a. (1962a) en DAVIDS en DE JONG (1970) ongeveer 6%.

5. DE GROEI BOVEN 100 KG

Over de groei boven de 100 kg zijn t.a.v. mestvarkens slechts een klein aantal gegevens bekend, en bovendien bereikten de varkens in deze proeven nooit het volwassen gewicht (RUSSENBEEK, 1933; HOFMANN en BARFUSS, 1962; SCHRÖDER en FLOCK, 1968). Voor meer volledige gegevens over het groeiverloop over dit traject moet gebruik worden gemaakt van cijfers, die betrekking hebben op fokdieren.

5.1. HET GROEIVERLOOP BOVEN 100 KG

Uitgebreide onderzoeken over het groeiverloop van fokzeugen zijn o.a. verricht door SCHÄFER en GRANZ (1955), LAUPRECHT e.a. (1962), SALMON-LEGAGNEUR (1965) en HOFMANN en BOETTCHER (1966). Uit hun onderzoeken blijkt, dat het gewicht van fokzeugen niet regelmatig toeneemt, totdat het volwassen gewicht wordt bereikt, maar sterk onderhevig is aan schommelingen die samengaan met de diverse stadia in de reproductiecyclus (zie figuur 5). Het hoogste gewicht van een zeug wordt verkregen vlak voor het werpen, terwijl het laagste ongeveer 2 weken na het spenen wordt gevonden (LODGE, 1959). De gewichtsvermeerdering tijdens de dracht is het resultaat van 3 aspecten (LODGE e.a., 1961b; SALMON-LEGAGNEUR, 1965): de normale groei van de zeug, de ontwikkeling van de vruchten in de uterus, en de extra groei van de zeug, als typisch gevolg van de drachtigheid (drachtigheidsanabolisme). Laatstgenoemde onderzoeker vond dat de gewichtstoename van dekken tot partus gemiddeld 74,5 kg bedroeg en dat deze toename kon worden onderverdeeld, zoals in tabel 5 is aangegeven. Het gewichtsverlies tijdens de laktatie bedraagt ongeveer

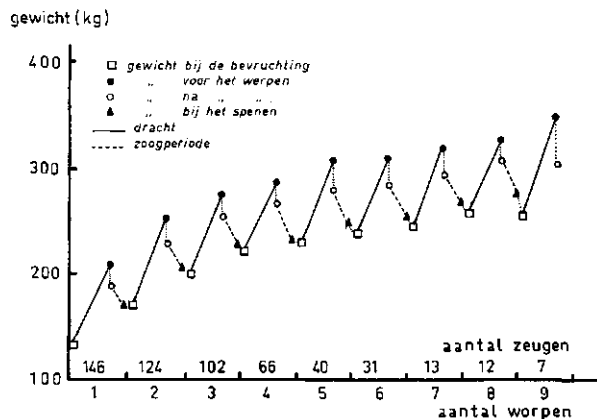


FIG. 5. Gemiddelde gewichtsverloop tijdens de verschillende reproductiestadia.

TABEL 5. De oorsprong van de gewichtstoename tijdens de dracht.

Totale gewichtstoename	74,5 kg
Uterusinhoud (gewichtsverlies tijdens partus)	20,7 kg
Normale gewichtsvermeerdering ¹	27,4 kg
Drachtigheidsanabolisme	26,4 kg

¹ Bepaald door vergelijking met niet drachtige dieren van dezelfde leeftijd.

30–40 kg. Per zeug kan het evenwel sterk variëren en is het o.a. afhankelijk van de gewichtstoename tijdens de dracht ($r = + 0,2-0,3$), het worpnummer (bij eerste worpen een geringer gewichtsverlies) en vooral de melkproduktie ($r = 0,5-0,6$) en het aantal grootgebrachte biggen ($r = 0,3-0,4$) (SCHÄFER en GRANZ, 1955; CLAWSON e.a., 1963; SALMON-LEGAGNEUR, 1958 en 1965; LODGE e.a., 1966b; SALMON-LEGAGNEUR e.a., 1966).

Om dus een indruk te krijgen omtrent het voor reproductiestadium gecorrigeerde gewichtsverloop van zeugen, zal men steeds gegevens moeten verzamelen op één bepaald stadium, bijv. onmiddellijk vóór of na de partus, bij het spenen van de biggen of bij het dekken. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de gewichtstoename die door verschillende onderzoekers wordt gevonden per volledige reproductiecyclus. Hierbij is steeds het verschil berekend tussen het gewicht bij spenen bij 2 opeenvolgende worpen (voor gelten is het gewicht bij het dekken genomen). Uit tabel 6 blijkt, dat de gewichtstoename aanvankelijk groter is, en dat het volwassen gewicht bij varkens niet vóór de 6e tot 8e worp (ongeveer 4 jaar) wordt bereikt.

TABEL 6. Gewichtstoename (kg) van zeugen per reproductiecyclus.

Worp-nummer	SCHÄFER en GRANZ (1955)	LODGE e.a. (1961b)	SALMON-LEGAGNEUR (1965)	HOFMANN en BOETTCHER (1966)	LODGE e.a. (1966)		
					H	L	LH
1		27,3	19,8		34,5	5,9	15,4
2	10,6	14,1	22,2	28,2 ²	21,8	8,6	15,9
3	7,3	10,4	18,1	23,9	13,6	13,2	1,4
4	18,4		10,6	19,2			
5	5,4		11,4	15,2			
6	15,3		4,7	10,8			
7	0,4			7,1			
8	7,0			0,3			
9	20,9			-14,6			
10	-4,9						

² De cijfers van HOFMANN en BOETTCHER (1966) zijn berekend uit de door hun gegeven formule over het groeiverloop van zeugen.

Aan de hand van 587 wegingen bij het spenen van de biggen, berekenden HOFMANN en BOETTCHER (1966) dat het groeiverloop van zeugen kon worden beschreven door de formule:

$$W_i = 80,744 + 6,014 y_i - 0,05145 y_i^2$$

waarin W_i = het gewicht (kg) en y_i = de bijbehorende leeftijd in maanden. Volgens deze formule blijft het gewicht van zeugen stijgen tot 58 maanden en zou daarna een daling optreden. Volgens BRODY (1945) kan het gewichtsverloop tot volwassen gewicht worden weergegeven door de reeds eerder genoemde formule

$$W_i = A - Be^{-kt_i}$$

De formule van BRODY (1945) geeft dus geen beschrijving meer van het gewichtsverloop na het tijdstip van volwassenheid. Volgens HOFMANN en BOETTCHER (1966) neemt het gewicht na volwassenheid weer enigszins af. Hetzelfde wordt door o.a. VOS en VAN LAARHOVEN (1964) bij rundvee gevonden. Volgens CURTIS (1969) blijft echter het gewicht bij vrijwel alle dieren ongeveer constant. Wel zouden er op oudere leeftijd bepaalde veranderingen optreden in de anatomische verhoudingen en zou de hoeveelheid spierweefsel afnemen ten gunste van het vetweefsel. Zowel deze wijziging in de anatomische verhoudingen, als het feit, dat bij oudere dieren de conditie vaak kunstmatig op een lager niveau wordt gebracht i.v.m. de constitutie, kunnen een verklaring vormen voor de door HOFMANN en BOETTCHER (1966) en SCHÄFER en GRANZ (1955) gevonden afname in het gewicht na de volwassenheid. In figuur 6 is het gewichtsverloop weergegeven, zoals dit via de gegevens van verschillende onderzoekers kon worden verkregen.

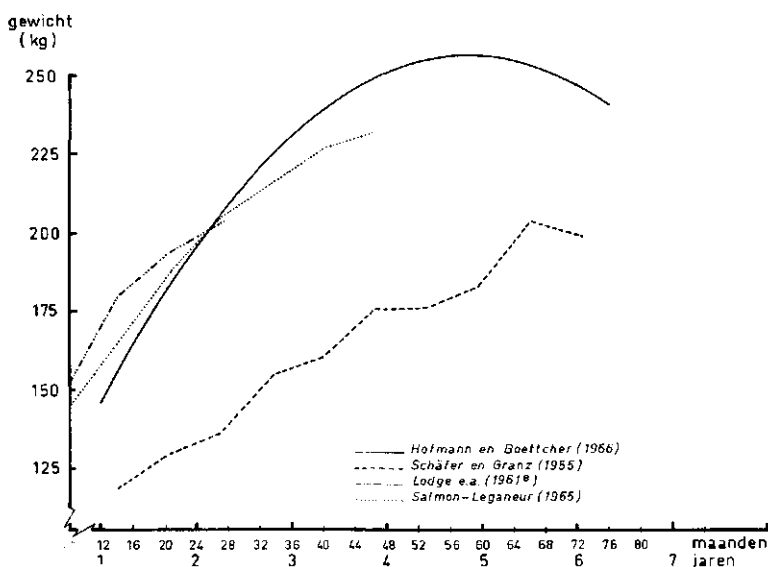


FIG. 6. Het gewichtsverloop van zeugen.

Over het gewichtsverloop van beren zijn slechts weinig gegevens bekend. Een indruk hieromtrent kan worden verkregen uit de gegevens van CÖP en STELWAGEN (1970b). Zij wogen 69 NL-beren, in leeftijd variërend van 10 maanden tot 6 jaar. Via de methoden van de kleinste kwadraten berekenden zij de volgende tweede graadsvergelijking:

$$W_i = 104,33 + 0,362 t_i - 0,00012 t_i^2$$

Hieruit blijkt, dat het volwassen gewicht van NL-beren ongeveer wordt bereikt op de leeftijd van 4 jaar. Vervolgens lijkt het gewicht weer enigszins te dalen (zie ook figuur 7). Een duidelijke conclusie hieromtrent kan echter nog moeilijk worden getrokken op grond van deze gegevens.

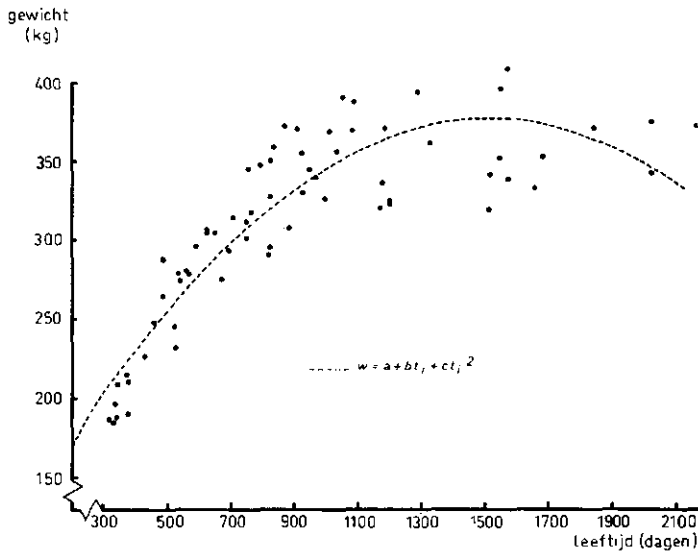


FIG. 7. Het gewichtsverloop van NL-beren.

5.2. INVLOEDSFACTOREN OP DE GROEI BOVEN 100 KG

5.2.1. Genetische invloeden

Uit verschillende onderzoeken (o.a. SCHMIDT e.a., 1940; HOFMANN en BOETTCHER, 1966) blijkt, dat er grote variaties voorkomen in de gewichten bij zeugen en beren op oudere leeftijd. Omtrent de grootte van de erfelijkheidsgraad voor het volwassen gewicht ontbreekt ons evenwel alle informatie. Op grond van de onderzoeken bij rundvee (TAYLOR, 1967 en Vos, 1969) en de selectieproeven van DETTMERS e.a. (1965) bij varkens, mag evenwel de verwachting worden uitgesproken, dat de erfelijkheidsgraad voor het volwassen gewicht in de orde van grootte van 0,3 tot 0,5 zal liggen.

Omtrent de geslachtsverschillen blijkt, dat bij de vleesvarkens het verschil in volwassen gewicht ongeveer 40–60 kg bedraagt ten gunste van de beren (SCHMIDT e.a., 1940; SPÄTH, 1964). Evenals bij andere diersoorten blijken deze geslachtsverschillen vooral op te treden, nadat het buigpunt in de groeicurve is gepasseerd.

Ook bestaan er verschillen tussen rassen t.a.v. het volwassen gewicht en het groeiverloop (SCHMIDT, 1940; SPÄTH, 1964; HARING e.a., 1966). SPÄTH (1964) vermeldt een verschil in volwassen gewicht tussen Piétrain en Large White varkens van 40 kg.

5.2.2. Milieuvloeden

De voornaamste milieuvloed op de groei boven 100 kg worden gevormd door de voeding (o.a. CLAWSON e.a., 1963; SALMON-LEGAGNEUR, 1965; LODGE e.a., 1966b). Dit komt duidelijk tot uiting in tabel 7, waarin enkele onderzoek-resultaten m.b.t. de invloed van de voeding op het gewicht zijn weergegeven. LODGE e.a. (1966b) trekken uit hun proeven de conclusie, dat er een vrijwel lineair verband bestaat tussen de dagelijkse voeropname en de netto lichaams-groei.

TABEL 7. Het gewicht (kg) bij het spenen van zeugen, welke gedurende de dracht volgens een verschillend niveau werden gevoerd, maar tijdens de laktatie identiek (LODGE e.a., 1966b).

Worp- nummer	Rantsoen tijdens dracht		
	6 lb/dag	3 lb/dag	3 lb/dag ged. 76 dagen, daarna 6 lb/dag
1	155,6	125,2	132,5
2	177,4	133,8	142,0
3	191,0	147,0	149,7

Seizoen- en jaarinvloeden op de groei zijn onbekend, en waarschijnlijk onbelangrijk, omdat de voeding van de dieren steeds onafhankelijker wordt van het seizoen in tegenstelling tot bijv. 10 jaar geleden, toen nog zeer veel weidegang aan fokdieren werd verstrekt.

De verschillen tussen bedrijven zijn evenwel aanzienlijk en kunnen groten-deels worden verklaard door verschillen in voederniveau en huisvestingssysteem.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

GROEIVERLOOP

Uit de literatuur blijkt, dat het gewichtsverloop van varkens tot de puberteit vrij goed kan worden weergegeven door de formule van WEINBACH (1941). Beschrijft men het gewichtsverloop over korte trajekten, dan geeft veelal een tweedegraadsvergelijking reeds een goede benadering. De formule $W_1 = a e^{kt_1}$ van BRODY (1945) vertoont in het algemeen een aanzienlijk grotere afwijking t.o.v. het werkelijke groeiverloop. Deze afwijkingen zijn groter naarmate het groeiverloop dat men beschrijft op kortere trajekten betrekking heeft. Doordat het gewichtsverloop van alle dieren verschillend is, moeten voor individuele dieren de coëfficiënten in de formules steeds worden aangepast.

Omtrent de grilligheid in het groeiverloop kan worden opgemerkt, dat, naarmate milieuinvloeden van grotere betekenis zijn voor de groei, het gewichtsverloop meer onregelmatigheden vertoont. Dit betekent, dat het prenatale groeiverloop regelmatig is dan het postnatale, en dat speciaal het gewichtsverloop van zeugen sterk onregelmatig is als gevolg van de reproductiecyclus.

GENETISCHE INVLOEDEN

De erfelijkheidsgraad voor groei neemt toe, naarmate het varken ouder wordt. Bedraagt deze voor het geboortegewicht en voor de groei tijdens de zoogperiode slechts 0,05–0,20, in de latere groeiperioden wordt veelal 0,25–0,45 gevonden. Een verklaring voor dit verschil vormen o.a. de maternale invloeden en de invloed van de worpgrootte op de groei tijdens de dracht en de zoogperiode.

Inteelt blijkt de groei van varkens nadelig te beïnvloeden. Dat inteelt van de moeder vrijwel alleen de groei tijdens de zoogperiode beïnvloedt, moet worden verklaard door de grote invloed van de zeug op de groei van de biggen in die periode. Het positieve effect van kruising op de groei vindt vooral zijn oorsprong in de verbeterde weerstand tegen allerlei milieu-invloeden. De verbetering op zich van de genetische aanleg voor groei is in vergelijking hiermee slechts van ondergeschikte betekenis.

Hoewel rasverschillen ontstaan zijn door selectie, en dus vooral genetisch van oorsprong zijn, blijkt uit kruisingsproeven en embryo-transplantaties dat maternale effecten hierbij een belangrijker rol spelen, dan de rasverschillen als zodanig.

Geslachtsverschillen in groei zijn tijdens de prenatale periode significant ten gunste van de beren. Tijdens de zoogperiode en het eerste deel van de mestperiode zijn deze verschillen vrijwel nihil. Daarna treden ze echter weer duidelijk tevoorschijn. Het volwassen gewicht van beren is dan ook ongeveer 40–60 kg hoger dan dat van zeugen.

MILIEUINVLOEDEN

De seizoensinvloeden op de prenatale groei zijn gering (ongeveer 4–6% van de variantie). Tijdens de postnatale periode zijn ze meestal van meer belang. Een grote rol in deze speelt het feit, in hoeverre de dieren zijn beschermd tegen wisselende klimaatsinvloeden. Immers in stallen met goede klimaatsvoorzieningen veroorzaken seizoensinvloeden slechts 4–6% van de totale variantie in groei.

Bedrijfsinvloeden op de groei zijn aanzienlijk en komen vooral tot uiting in de groei tijdens de zoogperiode en de mestperiode. Ze zijn hoofdzakelijk een gevolg van verschillen in gezondheidstoestand van de dieren en stalklimaat. Bedrijfsinvloeden op de prenatale groei zijn zonder betekenis, terwijl de bedrijfsverschillen in de groei boven 100 kg vrijwel volledig verklaard kunnen worden door verschillen in huisvesting en voederniveau.

T.a.v. de invloed van leeftijd en gewicht op de groei blijkt, dat de leeftijd minder bepalend is voor de groei dan het gewicht. Bedraagt immers de correlatie tussen leeftijd en de groei in de daaropvolgende periode slechts 0,2, het verband tussen gewicht en groei is aanzienlijk groter ($r = 0,4-0,5$ in de zoogperiode; $r \approx 0,7$ voor de mestperiode).

De invloed van de voeding op de prenatale groei is gering. In het algemeen is 30 tot 50% restrictie van de zeugen beneden het ad lib.-niveau noodzakelijk, voordat een invloed op het geboortegewicht merkbaar wordt. Tijdens de zoogperiode worden ongeveer 50% van de verschillen in groei tussen worpen verklaard door verschillen in voeropname, terwijl er tijdens de mestperiode en de periode boven 100 kg een vrijwel lineair verband bestaat tussen het voederniveau en de groei.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Progress in growth

Literature data on the growth show, that until the puberty the progress in growth of pigs can be described rather well with the formula of WEINBACH (1941). If the progress in growth in short periods is described, many times a quadratic regression formula already gives a good approach. The formula of BRODY (1945):

$$W_i = a e^{k_i t_i}$$

mostly is less convenient, especially if the investigator wants to describe rather short periods. Due to the fact that the progress in growth is different between all animals, the coefficients in the formula have always to be adjusted.

Concerning the irregularities in the growth-curves it can be stated, that environmental influences are increased with these irregularities. This means, that the prenatal progress in growth is more regular than the postnatal, and it follows, that in consequence of the reproductive cycle the progress in growth of sows is very irregular.

Genetic influences

The heritability of growth rate increases with increasing age. The heritability of birthweight and of the growth during the suckling period is small (0.05–0.20); during the growth in later periods mostly h^2 -values of 0.25–0.45 have been found. The maternal influence and the influence of the litter size on the growth during the pregnancy and the suckling period are an explanation for this difference in heritabilities.

From the investigations in the literature it is clear, that inbreeding has a detrimental influence on the growth of pigs. The fact, that maternal inbreeding only influences the growth during the suckling period can be explained by the great influence of the sow on the growth rate of the piglets during this period. The positive effect of crossbreeding on the growth should mostly be explained by the better constitution against several unfavorable environmental influences. The actual amelioration of the genetic composition for growth rate can only account for a small part of this positive effect on growth.

Although breed differences are increased with selection, and most of them are thus genetic, it has been shown by crossbreeding trials and embryo-transplantation that maternal effects are more important than breed differences.

During the prenatal period male embryos are growing faster than females significantly. During the suckling period and the first part of the fattening period, the difference between boars and gilts is nearly zero. After that period the sex-difference will rise clearly again. The adult weight of boars is about 40–60 kg higher than that of sows

Environmental influences

The seasonal influences on the prenatal growth are small (nearly 4–6% of of the total variance). During the postnatal period these influences are mostly much more important. It has been shown, that in piggeries in which the climatic conditions can be maintained very well, seasonal influences only account for 4–6% of the total variance in growth. This phenomenon indicates, that the regulation of climatic conditions pays an important role in the determination of environmental influences on variance in growth.

Different farm circumstances can thus influence the growth rate rather much. These factors are especially important during the suckling period and the fattening period. First of all differences in growth rate between farms are caused by differences in health of the animals and by differences in climate. Farm influences on the prenatal growth are very small, while differences of the growth between farms above 100 kg can be explained nearly full by differences in housing and feeding level.

It seems, that the influence of age and weight on the growth rate are different; age has less influence on the growth than the live-weight. The correlation between age and growth rate in the next period only is 0.2, whereas the correlation between live weight and growth rate is much higher ($r = 0.4$ – 0.5 during the suckling period; $r = 0.7$ during the fattening period).

The influence of the feeding level on the prenatal growth rate is very small. It has been stated, that a restriction of 30–50% below the ad lib-feeding level is necessary in order to produce a negative influence on the birth-weight. During the suckling period 50% of the differences in growth-rate between litters can be explained by differences in feed-consumption. During the fattening period and above 100 kg liveweight a nearly linear relationship can be found between feeding level and growth rate.

LITERATUUR

- ALLEN, A. D. and J. F. LASLEY: Milk production of sows: *J. Anim. Sci.* **19** (1960): 150-155.
- AKKERMANS, J. P. W. M.: Ziekten bij biggen de eerste 10 dagen na de geboorte. *Veeteelt- en Zuivelber.* **9** (1966): 302-310.
- AKKERMANS, J. P. W. M.: Perinatale verliezen bij het varken. *Tijdschr. voor Diergeneesk.* **94** (1969): 1542-1557.
- ASHTON, G. C. and E. W. CRAMPTON: Rates of growth of bacon type nursing pigs. *Sci. Agric.* **24** (1943): 17-20.
- AUMAITRE, A., C. LEGAULT et E. SALMON-LEGAGNEUR: Aspects biométriques de la croissance pondérale du porcelet. *Ann. Zootech.* **15** (1966): 313-331.
- AUMAITRE, A. et E. SALMON-LEGAGNEUR: Influence de l'alimentation complémentaire sur la croissance du porcelet avant le sevrage. *Ann. Zootech.* **10** (1961): 127-140.
- AVERDUNK, G.: Some genetic aspects of group and individual feeding at pig testing stations and the interaction between sire and feeding method. *Int. Summer Sch. Biomathematics Data proc. in anim. exp. I* (1968): 12 pp.
- BAKKER, Y. TH.: De invloed van het groeitempo van de big tijdens de opfokperiode op de latere groei, voederconversie en slachtkwaliteit. *Veeteelt- en Zuivelber.* **7** (1964): 262-272.
- BAUMGARDT, B. R.: Voluntary Feed Intake. *Uit: Animal Growth and Nutrition. Philadelphia 1969. Hfdst. VI:* 121-137.
- BEKAERT, H.: De studie van enkele factoren van invloed op de voederopname van jonge biggen. *Landbouwtijdschrift* **19** (1966): 1331-1349.
- BLUNN, C. T., G. N. BAKER, and L. E. HANSON: Heritability of gain in different growth periods in swine. *J. Anim. Sci.* **12** (1953): 39-50.
- BROEKHUIZEN, H.: Verwerking van de gegevens uit 1962 van de selectiemesterij met individuele voeding te Lochem. *Scriptie Veeteelt-Wageningen.* 1963.
- BRODY, S.: Bioenergetics and growth. New York. 1945. *Hfdst. 16:* 484-574.
- BROOKS, C. C., J. P. FONTENOT, P. E. VIPPERMAN Jr., H. R. THOMAS and P. P. GRAHAM: Chemical composition of the young pig carcass. *J. Anim. Sci.* **23** (1964): 1022-1026.
- CARLSON, J. R.: Growth regulators. *Uit: Animal Growth and Nutrition. Philadelphia. 1969. Hfdst. 7:* 138-155.
- CLAWSON, A. J., T. N. BLUMER, W. W. G. SMART Jr. and E. R. BARRICK: Influence of energy-protein ration on performance and carcass characteristics of swine. *J. Anim. Sci.* **21** (1962): 62-68.
- CLAWSON, A. J., H. L. RICHARDS, G. MATRONE and E. R. BARRICK: The influence of level of total nutrient and protein intake on reproductive performance in swine. *J. Anim. Sci.* **22** (1963): 662-669.
- COLE, D. J. A., J. E. DUCKWORTH and W. HOLMES: Factors affecting voluntary intake in pigs. I. The effect of digestible energy content of the diet on the intake of castrated male pigs housed in holding pens and in metabolism crates. *Anim. Prod.* **9** (1967a): 141-148.
- COLE, D. J. A., J. E. DUCKWORTH and W. HOLMES: Factors affecting voluntary intake in pigs. II. The effect of two levels of crude fibre in the diet on the intake and performance of fattening pigs. *Anim. Prod.* **9** (1967b): 149-154.
- CÖP, W. A. G.: Een analyse van de selectie in de varkensfokkerij in Overijssel. *Scriptie Veeteelt-Wageningen.* 1966.
- CÖP, W. A. G. en J. STELWAGEN: Lichaamsmaten van zeugen. Gegevens niet gepubliceerd. 1970a.
- CÖP, W. A. G. en J. STELWAGEN: Enkele voorlopige indrukken over de groei en ontwikkeling van beren tot volwassen gewicht. In voorbereiding. 1970b.
- CÖP, W. A. G., J. STELWAGEN en W. J. KOOPS: Een analyse van de groei bij beren tijdens het eigen prestatie onderzoek. *Meded. Landbouwhogeschool* **70-22** (1970): 22 pp.
- CURTIS, H. J.: Aging. *Uit: Animal Growth and Nutrition. Philadelphia. 1969. Hfdst. 9:* 164-174.

- DAVIDS, W. en M. P. DE JONG: Korrelvoeding aan mestvarkens. Rapport Centraal Veevoederbureau. 1970. 19 pp.
- DETTMERS, A. E., W. E. REMPEL and R. E. COMSTOCK: Selection for small size in swine. *J. Anim. Sci.* **24** (1965): 216-220.
- DICKERSON, G. E., C. T. BLUNN, A. B. CHAPMAN, R. M. KOTTMAN, J. L. KRIDER, E. J. WARWICK and J. A. WHATLEY Jr.: Evaluation of selection in developing inbred lines of Swine. *Anim. Breeding Abstr.* **23** (1955): 299.
- DOMMERHOLT, J. en J. GRASHUIS: Het varken (2e druk). Doetinchem. 1968.
- DONKER, C. W.: De betekenis van het nakomelingenonderzoek van beren voor de selectie in de varkensfokkerij en de wijze van publiceren van de verervingsgegevens. Scriptie Veeteelt Wageningen. 1966.
- ELSINGHORST, TH. A. M.: De intraüteriene groei en het geboortegewicht van biggen, speciaal met betrekking tot de perinatale sterfte. *Tijdschr. voor Diergeneesk.* **94** (1969): 1558-1568.
- ELSLEY, F. W. H.: Studies on growth and development in the young pig. I. *J. Agric. Sci.* **61** (1963a): 233-241.
- ELSLEY, F. W. H.: Studies on growth and development in the young pig. II. *J. Agric. Sci.* **61** (1963b): 243-251.
- ELSLEY, F. W. H., R. M. MAC PHERSON and G. A. LODGE: The effects of level of feeding of sows during pregnancy. III. *Anim. Prod.* **10** (1968): 149-156.
- EUSEBIO, J. A., V. W. HAYS, V. C. SPEER and J. T. MC CALL: Utilisation of fat by young pigs. *J. Anim. Sci.* **24** (1965): 1001-1007.
- FIEDLER, E.: Erfassung und züchterische Nutzbarmachung von Leistungsdaten im Grossbetrieb der Schweineproduktion. Diss. Göttingen. 1967.
- FLOCK, D. K.: Pig testing and breed improvement in Western Germany. *Int. Summer Sch. Biomathematics Data Proc. Anim. Exp.* **1** (1968) 15 pp.
- FORSYTH, R. P., H. H. M. MADDOCK, P. G. HOMEYER and D. V. CATRON: The growth of Duroc suckling pigs raised in drylot. *J. Anim. Sci.* **12** (1953): 263-270.
- FREDEEN, H. T.: Inbreeding and swine improvement. *Anim. Breeding Abstr.* **24** (1956): 317-326.
- FREDEEN, H. T.: Crossbreeding and swine production. *Anim. Breeding Abstr.* **25** (1957): 339-347.
- FREDEEN, H. T. and P. JONSSON: Genetic variance and covariance in Danish landrace swine as evaluated under a system of individual feeding of progeny groups. *Z. Tierz. Zücht. Biol.* **70** (1957): 348-363.
- FREDEEN, H. T. and R. N. PLANCK: Littersize and pre- and postweaning performance in swine. *Canad. J. Anim. Sci.* **43** (1963): 135-142.
- GERWIG, C.: Untersuchungen über die Schlachtkwalität von Schweinen bei verschiedenen Mastendgewicht. Diss. Zürich. 1966.
- GLODEK, P.: Zuchtverfahren zur Ausnutzung der Heterosis und ihre Anwendung in der Schweinezucht II. *Z. Tierzücht. Zücht. Biol.* **86** (1970): 273-288.
- HAFAZ, E. S. E.: Physio-genetics of prenatal and postnatal growth. *J. Anim. Sci.* **22** (1963): 779-791.
- HAFAZ, E. S. E.: Introduction to animal growth. Uit: *Animal Growth and Nutrition*. Philadelphia 1969a, blz. 1-17.
- HAFAZ, E. S. E.: Prenatal growth. Uit: *Animal Growth and Nutrition*. Philadelphia. 1969b, I: 21-39.
- HAMMOND, J.: Growth and development of mutton qualities in the sheep. Edinburgh, 1932 (gecit. naar: R. W. POMEROY: *J. Agric. Sci.* **54** (1960): 31-56).
- HARING, F., J. STEINBACH und B. SCHEVEN: Untersuchungen über den mütterlichen Einfluss auf die prä- und postnatale Entwicklung von Schweinen extrem unterschiedlicher Grösse. I. *Z. Tierzücht. Züchtbiol.* **82** (1966): 37-53.
- HARTMAN, D. A., T. M. LUDWICK and R. F. WILSON: Certain aspects of lactation performance in sows. *J. Anim. Sci.* **21** (1962): 883-886.
- HARTMAN, D. A. and W. G. POND: Design and use of milking machines for sows. *J. Anim. Sci.* **19** (1960): 780-785.

- HAZEL, L. N., M. L. BAKER and C. F. REIMMILLER: Genetic and environmental correlation between the growth rates of pigs at different ages. *J. Anim. Sci.* **2** (1943): 118-128.
- HENSON, D. B., D. W. AESON and A. J. CLAWSON: Reproductive performance of swine as influenced by pregestation and gestation feeding levels. *J. Anim. Sci.* **23** (1964): 878.
- HOFMANN, F. und E. BARFUSS: Untersuchungen über die Veränderung der Mast- und Schlachtleistungen in verschiedenen Gewichtsklassen bei verschiedenen Rassen. *Arch. Tierz.* **5** (1962): 343-384.
- HOFMANN, F. und H. BOETTCHER: Kann die Schlachtleistung gemerzter Zuchtsauen zur Charakteristik der Sauenfamilien beitragen? *Arch. Tierz.* **9** (1966): 243-259.
- HUGGETT, A. ST. G. and F. W. WIDDAS: The relationship between mammalian foetal weight and conception age. *J. Physiol.* **114** (1951): 306-317.
- VAN INGEN, T.: De invloed van structuur en huisvestingsveranderingen op de mestresultaten in de varkenshouderij. Scriptie Gezondheids- en Ziekteleer. Wageningen, 1969.
- JOUBERT, D. M.: The maternal effects on size at birth and weaning in Landrace-native pig crosses. *Anim. Prod.* **4** (1962): 117-121.
- JOHANSSON, I., J. RENDEL and H. O. GRAVERT: *Haustiergenetik und Tierzucht*. Hamburg und Berlin, 1966. Hfdst. 11: 223-244.
- JONSSON, P.: Investigations on group feeding versus individual feeding and on the interaction between genotype and environment in pigs. *Acta Agr. Scand.* **9** (1959): 204-228.
- JONSSON, P.: Danish pig progeny testing results. *Z. Tierz. Zücht Biol.* **78** (1963): 205-252.
- KALLWEIT, E.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit an wachsenden Schweinen. Diss. Göttingen, 1964.
- KOLAT, S., J. JUSZĖAK and S. GRYS: The weight of piglets at birth and their subsequent development. *Przegl. Hodowl.* **29** (1961): 11-13.
- KOOPS, W. J.: Enkele factoren die het 3 en 8 weekse gewicht van biggen beïnvloeden. 1967. Niet gepubliceerd.
- KROESKE, D.: Mogelijkheden van kruising in de varkensfokkerij. *Veeteelt- en Zuivelber.* **11** (1968): 429-436.
- LAUPRECHT, E.: Über des Verhalten der Nachkommen aus Parungen verschiedenen Rassen des Schweines. *Z. Tierzücht. Zücht Biol.* **70** (1957): 57-76.
- LAUPRECHT, E. und D. FLOCK: Systematische Einflüsse auf Leistungseigenschaften von veredelten Landschweinen in deutschen Mastprüfungsanstalten. *Z. Tierz. Zücht Biol.* **85** (1969): 295-309.
- LAUPRECHT, E., T. SAATHOFF und E. WALTER: Zum Einfluss der Sängeleistung auf die Rücken-speckdicke von Sauen. *Z. Tierz. Zücht Biol.* **76** (1962): 374-386.
- LEGAULT, C. et A. AUMAITRE: Aspects biométriques de la croissance pondérale du porcelet II. *Ann. Zootechn.* **15** (1966): 333-341.
- LEGAULT, C. et J. CANONGE: Essai d'application d'un test de convergence de droites de régression à la croissance des porcelets. *Ann. Zootechn.* **14** (1965): 285-297.
- LODGE, G. A.: The effect of pattern of feed distribution during the reproductive cycle on the performance of sows. *Anim. Prod.* **11** (1969): 133-143.
- LODGE, G. A., F. W. H. ELSLEY and R. M. MAC PHERSON: The effects of level of feeding of sows during pregnancy. *Anim. Prod.* **8** (1966): 29-38.
- LODGE, G. A., F. W. H. ELSLEY and R. M. MAC PHERSON: The effects of level of feeding of sows during pregnancy. II. *Anim. Prod.* **8** (1966b): 499-506.
- LODGE, G. A. and I. MAC DONALD: The relative influence of birth-weight, milk consumption and supplementary food consumption upon the growth rates of suckling pigs. *Anim. Prod.* **1** (1959): 139-144.
- LODGE, G. A., I. MC DONALD and R. M. MAC PHERSON: Further observations on the relative influence of birth weight and creepfeed consumption on the 3- and 8 week weight of suckling pigs. *Anim. Prod.* **3** (1961a): 261-267.
- LODGE, G. A., I. MC DONALD and R. M. MAC PHERSON: Weight changes in sows during pregnancy and lactation. *Anim. Prod.* **3** (1961b): 269-275.
- LODGE, G. A. and P. D. PRATT: Birth weight and the subsequent growth of suckled pigs. *Anim-Prod.* **5** (1963): 225.

- SCAS, I. A. M., A. F. C. CALDER and H. SMITH: The early weaning of pigs, VI. *J. Agric. Sci.* **53** (1959): 136-143.
- LUSH, J. L.: Genetic aspects of the Danish system of progeny testing swine. *Iowa Agr. Expt. Sta. Res. Bul.* **204** (1936): 108-195.
- LYNCH, G.: A study of the reproductive characteristics of pigs. *Meld. Norges Landbruks-høgskole*, **44** (1965): 1-10.
- MAJERCIK, P.: Plodnost a reprodukcia prasnic. Bratislava. 1965. (gecit. naar: G. A. LODGE and G. E. LAMMING: *Growth and Development of Mammals*. London. 1968. pag. 158-190.)
- MARTIN, J. et H. VAN DER HEYDE: Premiers résultats d'élevage individuel de porcelets en régime sec. *Rev. Agric.* (1969) 269-274.
- MC BRIDE, G., J. W. JAMES and G. S. F. WYETH: Social behaviour of domestic animals. VIII. Variation in weaning weights in pigs. *Anim. Prod.* **7** (1965): 67-79.
- MC MEEKAN, C. P.: Growth and development in the pig, with special reference to carcass quality characters. III. *J. Agric. Sci.* **30** (1940): 511-569.
- METZ, S. H. M.: De analyse van selektiemesterijgegevens, verkregen volgens een nieuwe methode. *Scriptie Veeteelt*, Wageningen. 1967.
- MOUSTGAARD, J.: Nutrition and reproduction in Domestic Animals. Uit: H. H. COLE and P. T. CUPPS: *Reproduction in Domestic animals*. New York and London, 1959. Vol. II Hfdst. 6: 170-223.
- NEEDHAM, J.: On the dissociability of the fundamental processes in ontogenesis. *Biol. Rev.* **8** (1933): 180-223.
- OMTVEDT, I. T., C. M. STANISLAW and J. A. WHATLEY, Jr.: Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. *J. Anim. Sci.* **24** (1965): 531-535.
- OSTERHOFF, D.: Erblchkeitsuntersuchungen und Nachkommenprüfungen auf Grund der Ergebnisse der Schweinemastleistungsprüfungen. *Z. Tierz. ZüchtBiol.* **68** (1956): 199-240.
- OWSIANNIKOW, A. I.: Inzucht und Heterosis in der Schweinezucht. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R.* **18** (1969): 153-168.
- PESCH, W. A.: Wat is de juiste leeftijd voor het castreren van beertjes. *Denkavit aktualiteiten* **31** (1970): 16-20.
- POMEROY, R. W.: Infertility and neonatal mortality in the sow III. *J. Agric. Sci.* **54** (1960): 31-56.
- POND, W. G., L. D. VAN VLECK and D. A. HARTMAN: Parameters for milk yield and for percent of ash, dry matter, fat and protein in sows. *J. Anim. Sci.* **22** (1962): 293-297.
- POND, W. G., S. J. ROBERTS, J. A. DUNN and J. P. WILLMAN: Late embryonic mortality and stillbirths in three breeds of swine. *J. Anim. Sci.* **19** (1960): 881-886.
- RAPPEN, H. W., J. SCHRÖDER and A. CAHUC: Der Verlauf von Zunahme und Futterverwertung bei wachsenden Schweinen unterschiedlicher Mastleistung, Fleisch- und Fettbildung. *Züchtungskunde*. **39** (1967): 358-370.
- RIPPEL, R. H., O. G. RASMUSEN, H. W. NORTON, D. E. BECKER and A. H. JENSON: Reproductive performance of swine fed different sources and levels of protein. *J. Anim. Sci.* **21** (1962): 1010.
- ROSENHAHN, W.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Körperformen und Zucht-leistungen bei Schweinen. *Züchtungsbunde*. **30** (1958): 155-164.
- VAN ROSSUM, C. P.: Resultaten op de varkensfokbedrijven in de Overijsselse varkenshouderij-kernen. *Rijksveeteeltcons.* Zwolle. 1968.
- RIJSENBEEK, Th. C. J. M.: Verslag van een produktieproef met mestvarkens van het G.Y.-ras. *Jaarverslag Commissie van Toezicht op de Selektiemesterijen* **4** (1933): 16-25.
- SAFFER, P. H. and D. L. SIMON: Zur Abhängigkeit der Ferkelgewichte während der Säuge-periode. *Züchtungskunde* **42** (1970): 122-134.
- SALMON-LEGAGNEUR, E.: Observations sur la production laitière des truies. *Ann. Zootechn.* **7** (1958): 143-162.
- SALMON-LEGAGNEUR, E.: Effet chronologique d'une modification du niveau alimentaire chez la truie gestante. *Ann. Zootechn.* **11** (1962): 173-180.
- SALMON-LEGAGNEUR, E.: Quelques aspects des relations nutritionnelles entre la gestation et la

- lactation chez la truie. *Ann. Zootechn.* **14** (1965): 3-137 (no. h. -s.).
- SALMON-LEGAGNEUR, E.: Prenatal development in the pig and some other multiparous animals. *Proc. fortieth Easter School in Agric. Sci.* (1967): 158-190.
- SALMON-LEGAGNEUR, E., C. LEGAULT et A. AUMAITRE: Relations entre les variations pondérales de la truie en reproduction et les performances d'élevages. *Ann. Zootechn.* **15** (1966): 215-229.
- SCHÄFER, H. und E. GRANZ: Beobachtungen über die Gewichtsverluste der Sauen während der Sägezeit. *Züchtungskunde* **27** (1955): 37-46.
- SCHLEGEL, W. und H. JÄHNE: Untersuchungen über die Möglichkeiten und die Wirtschaftlichkeit des Frühabsetzens von Ferkeln. *Arch. Tierz.* **4** (1961): 336-342.
- SCHMIDT, J., H. FORSTHOFF und W. WINZENBURGER: Über Form und Leistung beim Schwein. *Züchtungskunde* **10** (1935): 414-424.
- SCHMIDT, J. H., J. KLIESCH und H. SCHÜTTE: Messungsergebnisse an verschiedenen Schweine-rassen auf den ehemaligen Wanderausstellungen der D. L. G. und den Reichsnährstands-Ausstellungen in den Jahren 1924-1937. *Züchtungskunde* **15** (1940): 208-230.
- SCHRÖDER, J. und D. FLOCK: Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Schwein in Ab-hängigkeit vom Mastendgewicht (90-150 kg). *Züchtungskunde* **40** (1968): 353-365.
- SEERLY, R. W., E. R. MILLER and J. A. HOEFER: Growth, energy and nitrogen studies on pigs fed meal and pellets. *J. Anim. Sci.* **21** (1962a): 829-833.
- SEERLY, R. W., E. R. MILLER and J. A. HOEFER: Rate of food passage studies with pigs equally and ad libitum fed meal and pellets. *J. Anim. Sci.* **21** (1962b): 834-837.
- SELF, H. L., R. H. GRUMMER, O. E. HAYS and H. G. SPIES: Influence of three different feeding levels during growth and gestation on reproduction, weight gains and carcass quality in swine. *J. Anim. Sci.* **19** (1960): 274-282.
- SKARMAN, S.: Hetrosis in crossbreeding experimentals with pigs. *Z. Tierz. ZüchtBiol.* **75** (1961): 215-220.
- SKJERVOLD, H. and N. STANDAL: The influence of prenatal and postnatal pretesting environ-ment on pig testing results. *Acta Agric. Scand.* **14** (1964): 52-58.
- SMITH, C., J. W. B. KING and N. GILBERT: Genetic parameters of British large white bacon pigs. *Anim. Proc.* **4** (1962): 128-143.
- SMITH, C. and G. J. S. ROSS: Genetic parameters of British landrace bacon pigs. *Anim. Prod.* **7** (1965): 291-301.
- SMITH, W. C.: Sow and litter management in intensive pig production. *J. Univ. Newcastle Tyne Agric. Soc.* **20** (1966): 4 pp.
- SPÄTH, H.: Vergleichende Untersuchungen über die Leistungseigenschaften des Piétrain-schweines in Belgien und Deutschland. *Diss. Göttingen*. 1964.
- STEINBACH, J., D. SCHMIDT und B. SCHEVEN: Untersuchungen über den mütterlichen Einfluss auf die prä- und postnatale Entwicklung von Schweinen extrem unterschiedlicher Größe II. *Z. Tierz. ZüchtBiol.* **83** (1967): 312-330.
- TAYLOR, ST. C. S.: Genetic variation in growth and development of cattle. *Proc. 14th Easter School Agric. Sci.* (1967): 267-290.
- TAYLOR, ST. C. S. and J. GRAIG: Genetic correlation during growth of twin cattle. *Anim. Prod.* **7** (1965): 83-102.
- TETER, W. S. and L. E. HANSON: The influence of three-week weight on eight-week weight of pigs weaned at three weeks of age. *J. Anim. Sci.* **18** (1959): 104-107.
- TRIEBLER, G.: Bedeutung und Probleme des Topcrossing-Verfahrens in der Schweinezucht. *Wiss. Z. Humboldt Universität, Math. Nat. R.* **18** (1969): 199-204.
- ULLREY, D. E., J. I. SPREAGUE, D. E. BECKER and E. R. MILLER: Growth of swine fetus. *J. Anim. Sci.* **24** (1965): 711-717.
- URBAS, J.: Genetische und Umwelt-Einflüsse auf die Variabilität in der Futtermittelverwertung bei Schweinen in verschiedenen Maststadien (Tschechisch met Duitse samenvatting). *Kmestijski Inštitut Slovenije* **43** (1968) 44 pp.
- VANSCHOUBROEK, F. en R. VAN SPAENDONCK: Het spenen van biggen op 6 weken. VI. Dier-geneesk. *Tijdschr.* **36** (1967): 377-389.
- VANSCHOUBROEK, F. X., R. O. DE WILDE and R. L. VAN SPAENDONCK: The influence of the

- level of feeding of suckled pigs on subsequent performance during fattening. *Anim. Prod.* **7** (1965): 111-118.
- VANSCHOUBROEK, F., R. DE WILDE and PH. LAMPO: The quantitative effects of feed restriction in fattening pigs on weight gain, efficiency of feed utilisation and backfat thickness. *Anim. Prod.* **9** (1967): 67-74.
- VERSTEGEN, M. W. A.: Castratieëffect bij het mannelijke dier. Scriptie Veeteelt-Wageningen. 1965.
- VERSTEGEN, M. W. A.: Huisvestings- en klimaatsinvloeden op de produktie van varkens (1970a) (in voorbereiding).
- VERSTEGEN, M. W. A.: Maten en gewichten van mestvarkens, gemest onder verschillende klimaats- en huisvestingsomstandigheden. Publikatie in voorbereiding, 1970b.
- VEUM, T. L., W. G. POND and L. D. VAN VLECK: A note on correlations between milkproduction and milkcomposition of sows and the growth and haemoglobin of their pigs. *Anim. Prod.* **9** (1967): 251-253.
- VLEEMING, H. J.: Resultaten op de varkensmestbedrijven in de Overijsselse varkenshouderijkernen. Rijksveeteeltconsulentschap voor Overijssel-Zwolle. 1969.
- VOS, M. P. M.: Het meten en wegen van runderen voor de selectie op vleesproduktie. Proefschrift Wageningen. 1969.
- VOS, M. P. M. en A. E. VAN LAARHOVEN: Hoe is de ontwikkeling van onze stieren? *Veeteelt- en Zuivelber.* **7** (1964): 435-442.
- WALDORF, D. P., W. C. FOOTE, H. L. SELF, A. B. CHAPMAN and L. E. CASIDA: Factors affecting fetal pig weight late in gestation. *J. Anim. Sci.* (1957): 976-985.
- WALSTRA, P. en D. KROESKE: Het effect van castratie op de vleesproduktie bij varkens. IVO-rapport C-101 (1967).
- WARD, H. K., W. E. REMPEL and F. D. ENFIELD: Genetic relationship of waning weight with post-weaning growth rate in swine. *J. Anim. Sci.* (1964): 651-655.
- WEINBACH, A. P.: The human growth curve: I. Prenatal. *Growth* **5** (1941): 217-233.
- WEINBACH, A. P.: The human growth curve: II. Birth to puberty. *Growth* **5** (1941b): 235-255.
- WITT, M., J. SCHRÖDER und K. ANDREAE: Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensität auf die Körpermasse bei Schweinen im gleichen Schlachtagter. *Fleischwirtschaft.* **47** (1967): 248-254.
- WITT, M., J. SCHRÖDER und W. H. RAPPEN: Ein Beitrag zur Frage des Einflusses der Inzucht auf die Leistungseigenschaften beim Schwein. *Z. Tierz. ZüchtBiol.* **81** (1965): 358-369.
- ZAGOZEN, F.: Untersuchungen über den Aussagewert der Mastleistung von Schweinen in verschiedenen Gewichts- und Altersabschnitten. Diss. Göttingen. 1969.
- ZIJLSTRA, J.: Individuele voeding op de selektiemesterij te Lochem tegenover groepsvoeding op de selektiemesterijen Haarlo en Aver-Heino bij het Nederlands Landvarken. Scriptie Veeteelt-Wageningen. 1961.