

# GOD VIRKNING AF DUROCAVL PÅ D(LY)- KRYDSNINGER

MEDDELELSE NR. 1092

Avlsfremgangen for produktionsegenskaber i Duroc overføres til D(LY)-krydsningerne, som anvendes i traditionel svineproduktion. Virkningsgraden varierer fra 82 % for fodereffektivitet til 188 % for kødindhold i slagtekroppen målt på slagteri.

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: [BJARNE NIELSEN OG INGELA VELANDER](#)

UDGIVET: 30. DECEMBER 2016

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Avl og Genetik

## Sammendrag

Hensigten med avlsarbejdet af Duroc, Landrace og Yorkshire er, at det skal komme svineproducenterne til gavn gennem øget produktivitet i svineproduktionen. I svineproduktionen anvendes D(LY)-krydsninger. Formålet med denne analyse er at bestemme virkningen på D(LY)-krydsninger af subindeks for produktionsegenskaberne: tilvækst, foderforbrug, kødindhold og slagtesvind hos Duroc.

I forbindelse med gennemførelse af et GUDP-projekt (j. nr. 34009-12-0540) for udvikling af genomisk selektion i dansk svineavl blev der gennemført et forsøg med treracede D(LY)-krydsningsgrise på Børgildgård. Alle krydsningsdyr havde kendt afstamning og blev afprøvet samtidig med beslægtede Duroc-orner, som er en del af den løbende afprøvning i avlssystemet for Duroc. Data fra denne

forsøgsperiode på Bøgildgård danner grundlag for nærværende undersøgelse. I undersøgelsen anvendes to metoder. Dels anvendes lineær regression til at bestemme virkningsgraden på D(LY)-krydsningerne af subindekssene for Duroc. Dels anvendes en bivariat genetisk model til bestemmelse af den genetiske sammenhæng mellem D(LY)-krydsninger og Duroc-orner, der er afprøvet på Bøgildgård i samme periode.

Første metode viste, at virkningsgraden af Duroc-avlens målt på slagtede D(LY)-krydsninger henholdsvis var 140 % for tilvækst (Dgl), 188 % for kødindhold (Kød) og 82 % for fodereffektivitet (FE). For daglig tilvækst og kødindhold var virkningsgraden betydelig højere end den forventede værdi på 100 %, hvilket vil sige, at produktionsegenskaber i Duroc mere end fuldt ud kunne genfindes i D(LY)-krydsningerne, som anvendes i traditionel svineproduktion. Den anden metode viste, at der på Bøgildgård var stor overensstemmelse mellem fodereffektivitetsmålinger i Duroc-orner og tilsvarende målinger i D(LY)-krydsningsgrise. Fodereffektivitetsmålingerne i D(LY) stemte desuden vel overens med forventede fodereffektivitetsmålinger beregnet på baggrund af målinger i beslægtede Duroc-orner.

## Baggrund

For VSP og dansk svineavl har det altid været vigtigt at sikre sig, at den avlsfremgang, som skabes af avlssystemet, også kommer svineproducenterne til gavn, og dermed kan genfindes som øget produktivitet for de egenskaber, der skabes avlsfremgang for. Derfor har der med jævne mellemrum været gennemført undersøgelser, som dokumenterer virkningsgraden af avlsarbejdet. Se eksempelvis Andersen et al, 1998, Nielsen et al, 2007, 2011, 2016.

Formålet med undersøgelsen er at bestemme virkningen i D(LY)-krydsninger af subindeks for produktionsegenskaberne: tilvækst, fodereffektivitet, kødindhold og slagtesvind hos Duroc.

Til undersøgelse opstilles to hypoteser:

1. Subindekset i Duroc kan genfindes i D(LY)-krydsningerne med en virkning på 50 % svarende til, at halvdelen af generne i krydsningerne kommer fra Duroc-racen.
2. Der er stor overensstemmelse mellem produktionsegenskaber målt i D(LY)-krydsninger og egenskaber målt i beslægtede Duroc-orner.

Data til denne undersøgelse er baseret på eksisterende data fra et GUDP-projekt (j. nr. 34009-12-0540), som blev gennemført i forbindelse med opstart og udvikling af genomisk selektion i dansk svineavl, hvor der blev gennemført et forsøg med treracede D(LY)-krydsningsgrise på Bøgildgård. Alle krydsningsdyr havde kendt afstamning og blev afprøvet samtidig med beslægtede Duroc-orner, som er en del af den løbende afprøvning i avlssystemet for Duroc. Disse data danner grundlag for at undersøge, om subindekssene for produktionsegenskaberne tilvækst, fodereffektivitet, kødindhold i

slagtekroppen og slagtesvind i Duroc-populationen virker efter hensigten, som er at øge produktiviteten af D(LY)-krydsningsgrisene.

## Materiale og metode

I undersøgelsen indgik 3463 renracede Duroc-grise og 2552 D(LY)-krydsningsgrise. Alle D(LY)-krydsninger blev produceret i en produktionsbesætning af LY-krydsningssøer med kendt afstemning. D(LY)-krydsningerne blev født i perioden fra 5. april 2014 til 27. maj 2015. Fædrene til D(LY)-krydsningerne blev udvalgt blandt aktive avlsorner i den danske Duroc-population. For yderligere information om forsøget, se Meddelelse 1093, "Produktionsresultater hos D(LY)-krydsninger og Duroc".

For analyse og bestemmelse af virkningen på D(LY)-krydsningsgrise af avl for produktionsegenskaber i Duroc blev der anvendt subindeks fra indeksberegningen den 26. maj 2016.

### Statistisk analyse

Virkningsgraden af avl for Duroc på D(LY)-krydsninger blev analyseret ved to forskellige metoder. I begge metoder forudsættes, at de genetiske effekter for produktionsegenskaber er additive, og ikke afhænger af forskellige genotyper i D(LY)-krydsningerne, samt at de genetiske effekter ikke vekselvirker med andre miljøfaktorer, som f.eks. besætningseffekter, management eller racekombinationer. Ved metode 1 relateres data fra D(LY)-krydsninger til de relevante subindeks: tilvækst, fodereffektivitet, kødindhold og slagtesvind. Disse subindeks beregnes ugentlig og anvendes i avlsmålet for selektion af Duroc. I metode 2 anvendes data til en analyse af den genetiske sammenhæng mellem D(LY)-krydsningerne og Duroc-orner, der blev afprøvet på Bøgildgård samtidigt. Virkningen af Duroc-avlens betydning for niveauet hos krydsningerne kan bestemmes ved både metode 1 og 2.

### Metode 1: Virkningen af avl med Duroc på D(LY)

Sammenhængen mellem subindeks i avlssystemet og virkningerne i produktionen på D(LY)-krydsningerne undersøges via lineær regression på subindeks af Duroc-fædrene. Den lineære sammenhæng mellem subindeks for Duroc-fædrene til D(LY)-krydsningsgrisene bestemmes ved lineær regression. Vi anvender ligningen:

$$y_{ij} = \beta x_i + a_i + e_{ij} \quad (1)$$

hvor  $y_{ij}$  er en af de undersøgte produktionsegenskaber tilvækst, foderforbrug, kødindhold eller slagtesvind målt på D(LY)-krydsning  $ij$ , som er det  $j$ 'de afkom efter den  $i$ 'de Duroc-orne.

Sammenhængen til det relevante subindeks  $si$  bestemmes ved regressionskoefficienten  $\beta$ , hvor  $si$  er det relevante subindeks for D(LY)-grisens Duroc-far, og  $a_i$  er en konstant ligeledes relateret til Duroc-faderen. Subindekset  $si$  er bestemt ved den rutinemæssige beregning af subindeks, som anvendes i

avlsprogrammet for Duroc. Residualledet er givet ved  $e_{ij}$ , og det antages at  $a_i \sim N(0, \sigma_a^2)$  og  $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ .

## Metode 2: Genetisk relation mellem målinger på Duroc og D(LY)

Her bestemmes den genetiske sammenhæng mellem resultater målt på D(LY)-krydsningerne og de renracede Duroc-orner, som blev afprøvet på Bøgildgård samtidig med D(LY)-krydsningerne. Vi anvender en bivariat linear mixed model

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}_{DD} \\ \mathbf{y}_{DLY} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{DD} & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_{DLY} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{DD} \\ \mathbf{b}_{DLY} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{V}_{DD} & 0 \\ 0 & \mathbf{V}_{DLY} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{u}_{DD} \\ \mathbf{u}_{DLY} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{DD} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \mathbf{Z}_{DLY} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{DD} \\ \mathbf{a}_{DLY} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{DD} \\ \mathbf{e}_{DLY} \end{bmatrix} \quad (2),$$

hvor  $\mathbf{y}_{DD}$  og  $\mathbf{y}_{DLY}$  er vektorer, som beskriver den undersøgte produktionsegenskab; tilvækst, foderforbrug, kødindhold eller slagtesvind for renracet Duroc og D(LY)-krydsningsgrise.

Designmatricerne  $\mathbf{X}_{DD}$  og  $\mathbf{X}_{DLY}$  beskriver i kombination med  $\mathbf{b}_{DD}$  og  $\mathbf{b}_{DLY}$  effekter for, hvilken tidsperiode, sektion og hold grisene har gået i på Bøgildgård, samt de enkelte grisenes startvægt, skanningsvægt, slagtevægt, og for D(LY)-grisene, hvilket køn grisene havde. Det skal bemærkes, at i denne metode indgår kun uafhængige variable, som blev registreret gennem forsøgsperioden i slagtesvinestalden, idet det antages, at grisenes ophold i klimastalden tjener til at justere for de miljøforskelle, som grisene har været udsat for, inden de kom til Bøgildgård. Det drejer sig blandt andet om indvejningsvægt og sygdomspres. Matricerne  $\mathbf{V}_{DD}$  og  $\mathbf{V}_{DLY}$  er designmatricer, som i kombination med  $\mathbf{u}_{DD}$  og  $\mathbf{u}_{DLY}$  beskriver holdeffekten. Det antages at

$$\begin{pmatrix} \mathbf{u}_{DD} \\ \mathbf{u}_{DLY} \end{pmatrix} \sim N(0, \mathbf{H}), \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} \sigma_{h,DD}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{h,DLY}^2 \end{bmatrix}.$$

Matricerne  $\mathbf{Z}_{DD}$  og  $\mathbf{Z}_{DLY}$  er designmatricer for grisenes slægtskab, som sammen med  $\mathbf{a}_{DD}$  og  $\mathbf{a}_{DLY}$  beskriver sammenhængen mellem de enkelte dyr. Bemærk, at  $\mathbf{Z}_{DLY}$  multipliceres med en halv, da D(LY)-grise kun indeholder den halve genetiske information i forhold til de renracede Duroc-grise på Bøgildgård. Det antages, at

$$\begin{pmatrix} \mathbf{a}_{DD} \\ \mathbf{a}_{DLY} \end{pmatrix} \sim N(0, \mathbf{A}_{DD} \otimes \mathbf{G}), \quad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} \sigma_{g,DD}^2 & \sigma_{g,DD,DLY} \\ \sigma_{g,DD,DLY} & \sigma_{g,DLY}^2 \end{bmatrix}.$$

Residual varians er givet ved  $\mathbf{e}_{DD}$  og  $\mathbf{e}_{DLY}$ , og det antages at

$$\begin{pmatrix} \mathbf{e}_{DD} \\ \mathbf{e}_{DLY} \end{pmatrix} \sim N(0, \mathbf{R}), \quad \mathbf{R} = \begin{bmatrix} \sigma_{e,DD}^2 \mathbf{I}_{DD} & - \\ - & \sigma_{e,DLY}^2 \mathbf{I}_{DLY} \end{bmatrix}.$$

Regressionskoefficienten  $\beta^*$ , for regressionen af D(LY)-krydsningernes præstation på præstationen hos beslægtede Duroc-orner kan beregnes som den betingede forventning, hvor

$$\beta^* = \frac{\sigma_{g,DD,DLY}}{2\sigma_{g,DD}^2}$$

Det er vigtigt at bemærke, at  $\beta^*$  beregnet med metode 2 estimeres på baggrund af data fra D(LY)-krydsninger og Duroc-orner, der er afprøvet på Bøgildgård i samme tidsperiode. Hvorimod  $\beta$  estimeret under Metode 1 beskriver regressionskoefficienten for sammenhængen mellem afprøvningsresultater af D(LY)-krydsninger og subindeks i avlsmålet for Duroc, hvor subindekset er beregnet på baggrund af al tilgængelig information i Duroc-populationen.

## Resultater og diskussion

### Metode 1: Virkningen af avl med Duroc på D(LY)

Regressionskoefficienterne for tilvækst, foderomsætning, styrke, kødindhold og slagtesvind varierer mellem 0,16 og 0,96 (Tabel 1). Da halvdelen af genetikken i D(LY)-krydsningerne kommer fra Duroc-orner, forventes en koefficient på 0,5, som svarer til, at genetikken fra Duroc har fuld virkning (100 % gennemslag) i D(LY)-krydsningerne. For kødindhold på slagteri beregnes regressionen til subindekset for kød hos Duroc-faderen, der er bestemt ud fra ultralydsmålinger af spæktykkelsen ved ca. 100 kg levende vægt hos beslægtede Duroc-individer. Dermed indeholder sammenligningen for kødindhold, udover sammenligning af Duroc og krydsninger, ligeledes en sammenligning af metoden til bestemmelse af kødindhold i avlssystemet og på slagterier. For spæktykkelsen forventes en negativ værdi, da forholdet mellem spæktykkelse og kødindhold er omvendt proportional. Til gængæld er der ingen eksakt forventningsværdi, da vi ikke kender funktionen for omregning mellem spæktykkelse i avlssystemet og kødindhold målt i procent på slagteri.

**Tabel 1:** Regressionskoefficienten for avlsværdier på egenskaber hos krydsninger ved lineær regression

Egenskab	$\beta$	DF	H0: $\beta=0$ F-værdi	H0: $\beta=0$ p-værdi	H0: $\beta=0.5$ p-værdi
Dgl	0,70	136	11,7	7,9 e-4	0,33
FE	0,41	132	6,4	1,3 e-2	0,58
Styrke	0,16	135	5,0	2,7 e-2	2 e-6
Kød på slagteri	0,94	134	38,7	6,0 e-9	0,004
Slagtesvind	0,36	126	3,5	6,2 e-2	0,47
Rygspæk	-0,40	129	33,7	4,7 e-8	0,28

For daglig tilvækst (Dgl) og kødindhold (Kød) målt på slagterier er virkningen af avlsfremgangen henholdsvis 0,70 og 0,94, hvilket er betydelig højere end den forventede værdi på 0,5 (tabel 1). Kødindholdet er tilmed signifikant højere end 0,5 ( $p=0,004$ , tabel 1). For foderudnyttelse er

virkningsgraden 0,41, hvilket ikke var signifikant forskellig fra den forventede værdi ( $p=0,58$ , tabel 1). Omregnet til procent bliver virkningsgraderne for Dgl, Kød og fcr henholdsvis 140 %, 188 % og 82 %. De høje virkningsgrader for kødindhold kan skyldes, at sammenhængen mellem kød målt på slagteriet ikke er identisk med kødindholdet målt i avlssystemet. For egenskaberne styrke og slagtesvind er virkningsgraden lavere end forventet. Det er dog vigtigt at bemærke, at der er signifikant virkning på D(LY)-krydsningerne af avlen for disse egenskaber, da begge egenskaber var signifikant forskellige fra nul ( $p<0,05$  for  $H_0: \beta=0$ , tabel 1). Afvigelserne mellem de fundne virkningsgrader og forventede virkningsgrader kan i øvrigt skyldes, at Bøgildgård var under ombygning gennem forsøgsperioden for dette forsøg, hvilket blandt andet betød, at de ombyggede stalde i visse uger ikke var færdige til at forsøgsgrisene kunne starte rettidigt i forsøg.

## Metode 2: Genetisk relation mellem målinger på Duroc og D(LY)

**Tabel 2:** Antal dyr, genetiske varianser og co-variens, samt korrelation ( $r$ ) mellem renracede Duroc-orner og D(LY)-krydsninger, samt virkningsgrad ( $\beta^*$ ) af Duroc-avl i D(LY)-krydsningerne for produktionsegenskaberne for daglig tilvækst (dgl), foderforbrug per kg tilvækst (FE), styrke, kvadratroden af spæktykkelse (spæk), samlet foderoptagelse (foder) og dagligt foderoptag i vækstperioden fra 30 til 100 kg

		Antal dyr	Gen. var.	Gen. cov.	$r$	$\beta^*$
Dgl	DD	3243	1017	1751	0,75	0,86
	D(LY)	2514	5383			
FE	DD	3235	0,00282	0,00280	0,57	0,50
	D(LY)	2509	0,00852			
Styrke	DD	3243	0,0960	0,0738	0,97	0,38
	D(LY)	2514	0,0603			
Spæktykkelse	DD	3243	0,00389	0,00451	0,99	0,58
	D(LY)	2514	0,00522			
Foder	DD	3235	8,45	5,88	0,44	0,35
	D(LY)	2509	21,32			
Daglig foderoptagelse	DD	3235	0,0048	0,00506	0,63	0,53
	D(LY)	2509	0,0133			

Der var stor overensstemmelse mellem produktionsegenskaber målt i D(LY)-krydsninger og egenskaber målt i beslægtede Duroc-orner. For FE var  $\beta^*=0,50$  tæt på den forventede værdi på 0,5 (tabel 2). Betinget af målinger på Duroc-orner fås derfor den forventede sammenhæng til FE-målinger på D(LY)-krydsninger. På Bøgildgård er informationen fra måleresultaterne for FE-målingen på Duroc-orner og D(LY)-grise dermed identiske. Variansen af målinger inden for Duroc-orner og D(LY)-grisene var derimod forskellig, hvor variansen mellem D(LY)-grise var betydelig større end mellem Duroc-orner. Forskellen i varians medfører, at korrelationen,  $r=0,57$ .

De høje virkningsgrader for tilvækst og spæktykkelse kan skyldes, at de genetiske varianser for Duroc var lave og støjdelen høj gennem forsøgsperioden på Bøgildgård på grund af ombygning.

Koefficienterne  $\beta^*$  (tabel 2) og  $\beta$  fra (tabel 1) beskriver i nogen grad samme effekt. Begge er regressionskoefficienter for regressionen af egenskaber målt i D(LY)-krydsninger betinget på information målt i renracet Duroc. Forskellen mellem  $\beta^*$  og  $\beta$  er, at  $\beta^*$  angiver regressionskvotienten for forventningsværdien af en given egenskab hos D(LY)-krydsningsgrisene betinget af samme egenskab målt hos beslægtede renracede Duroc-orner, som er blevet afprøvet på Bøgildgård i samme periode. Koefficienten og  $\beta$  angiver regressionskvotienten for forventningsværdien af en given egenskab hos D(LY)-krydsningsgrisene betinget af relevante subindeks, som er beregnet på baggrund af al tilgængelig information om Duroc-populationen i avlssystemet. Dermed svarer koefficienten  $\beta$  (tabel 1) til den forventede effekt af renracet Duroc-avl på D(LY)-grisen i produktionen – også kaldet gennemslaget.

Der var stor overensstemmelse mellem  $\beta^*$  (tabel 2) og  $\beta$  fra (tabel 1). De højeste koefficienter blev estimeret for tilvækst og spæktykkelse, hvor,  $\beta^* = 0,86$  og  $\beta^* = 0,58$  (tabel 2). Disse egenskaber viste også de højeste kvotienter for  $\beta$ -værdier (tabel 1). Virkningsgraden af avl for fodereffektiviteten, FE, blev beregnet til  $\beta = 0,41$  ( $p=0,0013$ ; tabel 1). Sammenhængen mellem FE målt på D(LY)-krydsninger og Duroc-orner på Bøgildgård blev beregnet til at være tæt på den forventede værdi på 0,5, og dermed er det vist, at det ikke er Bøgildgård, som genererer forskellen mellem  $\beta^*$  og  $\beta$ . Forskellen kan skyldes, at data fra Bøgildgård er forskellig fra data i hjemmeafprøvningen registreret i besætningerne, og at vi i avlsprogrammet anvender multivariate modeller, som sammenkobler information for flere egenskaber som f.eks. fodereffektivitet, tilvækst og spæktykkelse.

De genetiske varianser blev estimeret via en bivariat model, hvor Duroc og D(LY)-krydsninger indgår med to dimensioner, som hver sin egenskab (se ligning 2). For D(LY)-krydsningerne blev den genetiske varians estimeret udelukkende via informationen om dyrets far, som udgør en fjerdedel af den genetiske varians og estimeres via en "sire model". For Duroc indgår den samlede genetiske information i estimationen af den genetiske varians via en "animal model", som derfor refererer til både information om far, mor og Mendels udspaltning. Da der ofte vil være halvsøskende i forskellige sektioner, vil en del af den genetiske varians forsvinde ind i variationen mellem sektioner. Dermed underestimeres den genetiske varians.

## Konklusion

For egenskaberne daglig tilvækst (Dgl), kødindhold (Kød) og fodereffektivitet målt på slagtede D(LY)-krydsninger var virkningsgraden af Duroc-avlens henholdsvis 140 %, 188 % og 82 %, hvilket for daglig tilvækst og kødindhold var betydelig højere end den forventede værdi på 100 %.

På Bøgildgård var der stor overensstemmelse mellem fodereffektivitetsmålinger i Duroc-orner og i D(LY)-krydsningsgrise. Fodereffektivitetsmålingerne i D(LY) stemte overens med forventede fodereffektivitetsmålinger beregnet på baggrund af målinger i beslægtede Duroc-orner.

# Referencer

- [1] Andersen, S.; Pedersen, B.; Vernersen, A. (1998): Impact of nucleus selection at production level. Proceedings of the 6th WCGALP, Armidale, Australia, vol. 13, pp. 515–518.
- [2] Nielsen, B.; Miehs, R.O. (2007): Avlens betydning i produktionsbesætninger. [Meddelelse nr. 795, Dansk Svineproduktion.](#)
- [3] Nielsen, B.; Bendtsen, S.B.; Strange, T. (2011): Avlens betydning for LG5 i produktionsbesætninger. [Meddelelse nr. 921, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [4] Nielsen, B., Pedersen, M.L.; Thoning, H. (2016): Produktionseffekten af avl for hanlig fertilitet i Duroc. [Meddelelse nr. 1075, Videncenter for Svineproduktion.](#)

## Deltagere

Anders Strathe

## Tekniker:

Stig Holst

Margit Gormsen

GUDP Journalnr.: 34009-12-0540

//AHV//

---

## VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

*Tlf.: 33 39 45 00*

*Fax: 33 11 25 45*

[vsp-info@seges.dk](mailto:vsp-info@seges.dk)

Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.