

553

Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Jan Brochstedt Olsen
Statens Husdyrbrugsforsøg
Afd. for forsøg med fjerkræ og kaniner

København 1983

Knoglestyrke hos æglæggende høner i bure

*The strength of bones from
layers kept in cages*

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1983

FORORD

I forbindelse med ændringen i lov om værn af dyr, hvorved det blev tilladt at holde æglæggende høner i bur, påbegyndtes et omfattende projekt - finansieret af Landsudvalget for Fjerkræ - til belysning af burformens og gruppestørrelsens betydning for hønerne. Som en del af projektet er der iværksat en undersøgelse af de to faktors betydning for styrken af knoglerne hos hønerne - i dette tilfælde repræsenteret ved vingeknogler.

Baggrunden for iværksættelse af den særlige undersøgelse er de iagttagelser, der blev gjort af Justitsministeriets arbejdsgruppe vedrørende intensive produktionssystemer og dyrebeskyttelse i praktisk landbrug, og som viste forekomst af brækkede vingeknogler på slagtede høner, der havde gået i bure i æglægningsperioden. I betænkningen til Justitsministeriet indstilledes det da også, at der blev iværksat særlige undersøgelser af problemet.

Denne beretning inkluderer et omfattende litteraturstudium og resultaterne fra de indledende undersøgelser. Resultaterne giver nogle antydninger af faktorer, som er af betydning for knoglestyrken; dog forekommer der flere forhold, som nødvendiggør nærmere belysning. Det må imidlertid anses for vigtigt, at der allerede på nuværende tidspunkt udsendes en beretning med de første resultater.

Den særlige del af projektet kan gennemføres i kraft af støtte fra EØF - Farm Animal Welfare Programme, kontrakt 0362 - og kontakten til andre deltagere i dette program har ligeledes betydet meget for undersøgelsesernes gennemførelse.

Undersøgelserne er udført af vid.ass., cand.agro. J. Brochstedt Olsen, og manuskriptet er opsat og renskrevet af ass. Helle B.M. Skaarup.

København, september 1983.

J. Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	5
1 INDLEDNING	6
2 LITTERATUROVERSIGT	7
2.1 Metoder og observationer til beskrivelse af knoglestyrke	7
2.2 Årsagsforhold	9
2.2.1 Diætetiske faktorer	9
2.2.2 Betydningen af bevægelse	9
3 MATERIALE OG METODER I FORSØGET	11
4 RESULTATER	13
4.1 Knoglestyrke og knoglernes indhold af aske, kalcium og fosfor	13
5 DISKUSSION OG KONKLUSION	15
LITTERATUR	18

SAMMENDRAG

Forsøg med høner af to afstamminger i æglægningsbure havde: 2 burformer - normale eller aflange, gruppestørrelser på 3, 4, 5 eller 6 høner som faktorer, og gulvareal pr. høne var 600 cm² i alle forsøgsled.

Der fandtes stigende styrke af vingeknoglerne humerus og radius med stigende gruppestørrelse, og derudover fandtes stigende indhold af aske, kalcium og fosfor. En sammenligning med høner på dybstrøelse viste væsentlig større styrke af vingeknogler fra denne gruppe i forhold til høner i bure. Endvidere fandtes sammenhæng mellem knoglestyrke og knoglernes indhold af aske og de to mineraler kalcium og fosfor.

Resultaterne svarer til en del resultater i den undersøgte litteratur, men årsager til faldet i knoglestyrken med nedgang i gruppestørrelsen må yderligere belyses.

SUMMARY

An experiment with two hybrids of hens included the following treatments: Cage shapes (shallow or deep) and group sizes (3, 4, 5, or 6 hens per cage). The floor space per bird was constantly held at 600 cm².

The results indicated increasing breaking strength of bones in the wings - humerus and radius - with increasing group size. Furthermore, there was increasing ash-, calcium- and phosphoruscontent in the bones, too. A comparison between hens held in cages and hens on deep litter showed that the bones of the latter group had considerably greater bone breaking strength. There was a weak relation between the breaking strength and the ash-, calcium- and phosphoruscontent of the bones.

The results are in agreement with a part of the results in the literature, but the causes of the decreasing breaking strength with decreasing group size have to be further examined.

1 INDLEDNING

Det er kendt, at knoglerne hos høner på gulv eller net er stærkere end hos høner i bure (Marion, 1968, Meyer & Sunde, 1974, Moore et al., 1977, Riddell et al., 1969, Rowland & Harms, 1970 og 1972 samt Rowland et al., 1968b). Hos slagtekyllinger er også fundet nedsat knoglestyrke under opdrætning i bure (Andrews & Goodwin, 1973, May & Merkley, 1980, Merkley, 1981 og Merkley & May, 1980). Dog fandt Adams et al. (1968), at styrken var lidt bedre hos hønerne i bure end hos dem på gulv med hensyn til spole- og lårbensknoglerne, men ikke hvis det gjaldt vingeknoglerne.

Knogleskørhed hos høner og kyllinger kan resultere i knoglebrud under den slagtemæssige behandling af dyrene, og skørheden kan skyldes flere faktorer. Høner og kyllinger i bure bevæger sig mindre og har også mindre mulighed for at udføre forskellige komfortbevægelser end høner og kyllinger på gulv (Bareham, 1972, Black & Hughes, 1974, Ferguson et al., 1974, Merkley, 1981, Meyer & Sunde, 1974, Moore et al., 1977, Rowland & Harms, 1970 og Wabeck & Littlefield, 1972). Underforsyning af visse mikro- og makromineraler kan medføre svage knogler (Bastien et al., 1979 og Rowland et al., 1967), og manglende mulighed for koprofagi er af nogle forfattere anført som årsagsfaktor (Meyer & Sunde, 1974 og Riddell et al., 1969). Meyer & Sunde (1974) anfører, at en forskel på ægproduktion kan være årsag til forskel på brudstyrke som følge af afkalkning af skelettet. Der er også fundet forskel på knoglestyrken på grund af hønens afstamning (Rowland et al., 1972).

I det følgende vil der blive gjort rede for anvendte metoder til måling af knoglestyrke; metoderne vil blive diskuteret lige som årsagsforholdene i relation til æglæggende høner i bure.

For at kunne undersøge gruppestørrelsens og burformens virkning på knoglestyrken hos æglæggende høner blev der efter afslutning

af æglægningsperioden i projektet "Æglæggende høners velfærd" gennemført måling af knogler fra hønerne.

2 LITTERATUROVERSIGT

2.1 Metoder og observationer til beskrivelse af knoglestyrke

I litteraturen er den mest anvendte metode til beskrivelse af knoglestyrken et mål af det tryk, som knoglen kan modstå, før den brækker. Proceduren er beskrevet af Ferguson et al. (1974), Merkley (1976) og Rowland et al. (1967). Knoglen, der skal undersøges, renses enten frisk eller efter forudgående kogning. I nogle forsøg er knoglen desuden blevet affedt og tørret (Merkley, 1981a). Den rensede knogle placeres i en stempelmaskine, så den er støttet i begge ender lige langt fra midten, og stemplet, der har en konstant hastighed, trykker på midten af knoglen. En skriver - tilsluttet stempelmaskinen - tegner en kurve og viser trykket på forskellige tidspunkter, indtil knoglen brækker. Det mest brugte udtryk for knoglestyrke er det maksimale tryk, der skal til for at brække knoglen; trykket kan også sættes i forhold til knoglens længde eller vægt. Huff et al. (1980) korrigerede for knoglediameter og udtrykte brudstyrken i N/m^2 .

Andrews & Goodwin (1973) anvendte knogler med kød på, og de fandt, at både højde og bredde af den kurve, som stempelmaskinen beskriver ved at bryde gennem knoglen, fortæller om brudstyrken; bredden af kurven kan sige noget om knoglens sejhed.

Der er fundet mindre askemængde og mindre kalciumindhold i asken i knogler hos burhøner end hos høner på gulv eller net (Kalango & Ademosun, 1973, Meyer & Sunde, 1974, Rowland & Harms, 1970 og 1972). Askeindholdet findes ved hjælp af foraskning af knoglen og sættes i forhold til knoglens tørstofvægt, knoglens længde (Meyer et al., 1968) eller til volumen af knoglen (Gärlich et al., 1982). Ca- og P-indholdet findes ved hjælp af spektrofotometer, og disse mineraler kan sige noget om brudstyrken (Huyghebaert et al., 1980 og Merkley, 1976); førstnævnte forfatter fandt en korrelation på 0,89 mellem P-indhold og knoglestyrke.

I flere forsøg er fundet en sammenhæng mellem askeindholdet i knogler og brudstyrken (Merkley, 1981b, Rowland & Harms, 1970 og 1972 samt Rowland et al., 1967). Sidstnævnte fandt en positiv korrelation på 0,98 på gennemsnitsbasis, men det menes dog, at askeindholdet ikke er så sikkert et mål for knoglestyrken som direkte mål af brudstyrken. I andre forsøg fandtes ingen sammenhæng mellem askeindhold og brudstyrke (Rowland et al., 1968b og 1972).

Ved at scanne knoglen kunne Meyer et al., (1968) beregne såkaldte "knoglemasseenheder" (bone mass units). De fandt en korrelation til askevægt pr. cm knogle ($r = 0,955$), men ikke til procent aske, knoglevægt eller knoglediameter; Meyer & Sunde (1974) fandt, at knoglemassen var positivt korreleret til knoglebrudstyrken ($r = 0,96$). Histologiske forandringer i knoglerne er påvist hos høner i bure. Ved hjælp af farvning og mikroskopering fandt Riddell et al. (1969) en formindsket tykkelse af cortex og mindsket mængde trabekulært ben hos burhøner. I betænkning fra Justitsministeriets arbejdsgruppe (1979) anføres, at knogler fra burhøner har tynd compacta og ringe brudstyrke.

Akutte, kroniske eller subkliniske forandringer i knoglen kan undersøges gennem bestemmelse af alkalisk fosfatase (AP)-aktivitet i serum sammen med bestemmelse af calcium, uorganisk fosfor og magnesium (Lölicher et al., 1981). Ved forskellige forandringer i knoglen (osteomalacia, rakitis, osteoporosis og callus dannelse) med stigning i osteoblast-aktiviteten ses som regel en tydelig stigning af AP-aktiviteten i serum.

Ved at sammenholde alder af høner (35, 52 og 72 uger) og hønernes bevægelsesmuligheder (løbegård, gulv og bur) fandt Lölicher et al. (1981), at burhønerne ved alle tre aldre havde en lille stigning i AP-aktiviteten i forhold til hønerne i løbegård og på gulv. Særlig udtalt var forskellen på burhøner og gulvhøner ved 52 ugers alderen efter en opholdstid i bur på 32 uger; men efter 52 uger i bur var forskellen ubetydelig. Det anføres, at tendensen til den gennemsnitlige stigning i AP-aktiviteten ikke er særlig sikker, da det formodentlig er sådan, at stigningen i AP-aktiviteten mere er udtryk for en fysiologisk tilpasning i skeletsystemet end en følge af patologiske forandringer.

Ved måling af Ca, P og Mg efter 52 uger fandtes ingen forskel mellem de 3 systemer; Löliger et al. (1981) slutter heraf, at det udelukker en osteopatisk forandring i knoglen som værende årsag til den forhøjede AP-aktivitet hos burhøner.

2.1 Årsagsforhold

Årsagerne er søgt belyst i forsøg med forskellige diætetiske faktorer og i forsøg, hvor dyrenes motionsmuligheder varierede.

2.2.1 Diætetiske faktorer

Da der var observeret formindsket askeindhold i knoglerne hos burhøner, var det nærliggende at forøge Ca- og/eller P-mængden i foderet for at undersøge, om det gav en effekt på brudstyrken. I nogle forsøg med burhøner resulterer en tilsætning i stærkere knogler (Moore et al., 1977 og Rowland et al., 1968_a), medens andre forsøg ikke viser nogen effekt (Rowland et al., 1968_b, Scott et al., 1975 og Singh et al., 1971). Det er imidlertid sandsynligt, at tilsætning af makromineraler ikke giver bedre knoglestyrke, når der bruges foder, der giver maksimal skalstyrke.

Meyer & Sunde (1974) og Riddell et al. (1969) bemærker, at koprofagi har indflydelse på hønernes knogler, fordi ingen adgang til gødningen kan formindske hønernes optagelse af bl.a. mikromineraler. Bastien et al. (1979) og Moore et al. (1977) fandt signifikant forøgelse af henholdsvis underarmsknoglens og spolebenets brudstyrke med tilsætning af mikromineraler til foderet.

Tilsætning af fluor som natriumfluorid til drikkevandet gav generelt en forøget styrke til skinnebens- og overarmsknoglen hos slagtekyl-linger (Merkley, 1976); også hos burhøner kan knoglestyrken forøges signifikant, hvis man tilsætter fluor i opdrætningstiden (Merkley, 1981_b), og samtidig øges procent knogleaske og procent fluor i asken.

2.2.2 Betydningen af bevægelse

Immobilisering af den ene vinge hos kyllinger resulterede i formindsket tykkelse og vægt af overarmsknoglen; samtidig havde denne knogle tyndere cortex, mindre radiografisk tæthed og formindsket brudstyrke (Nightingale et al., 1972 og 1974). Ligeledes er det påvist, at burkyllinger, der kunstigt bliver tvunget til at bevæge sig, får

øget styrke i overarmsknogle, spole- og albueben, men hvis gulvkyl-linger fik nedsat bevægelsesfrihed ved hjælp af skillevægge, fandtes tilsvarende en reduktion i styrken (Merkley & Chaloupka, 1973).

Da det især er vingeknoglerne, der brækker under slagteprocessen og samtidig har formindsket knoglestyrke, kan det tænkes, at kyllingerne ikke har plads til at bevæge vingerne. Derfor er der gennemført flere forsøg med undersøgelse af burhøjdens effekt på knoglestyrken. May & Merkley (1980) og Merkley & May (1980) fandt, at humerusstyrken reduceredes signifikant med nedsættelse af burhøjden til 65, 43 eller 33 cm i forhold til kontrolholdets 254 cm; men humerusstyrken blev også signifikant reduceret med en nedgang fra 65 til 33 cm højde. I førstnævnte forsøg fandtes endvidere, at procent brækkede knogler under slagtning var direkte relateret til forandringer i knoglestyrke målt med en stempelmåskine.

Gulvarealet havde ingen indvirkning på humerusstyrken, ligesom burhøjden ingen effekt havde på benknoglernes styrke. Merkley (1981a) fandt, at kyllinger på gulv fik reduceret vingeknoglernes brudstyrke ved at mindske højden til 29 cm; når højden var 46 cm, fandtes ingen forskel på knoglestyrke i forhold til kontrolholdet. May et al. (1981) konkluderer, at burhøjden er den faktor, der har størst indflydelse på knoglestyrke og vingebrud.

Hos kalkuner fandt Anderson et al. (1979), at procent brækkede knogler under slagtning blev væsentlig reduceret med anvendelse af store bure i forhold til små bure. Der var henholdsvis 12 og 2 kalkuner i burene, men samme areal pr. kalkun, og man fandt endvidere, at knogler hos kalkuner i de store bure havde større brudstyrke end tilsvarende knogler hos kalkuner i mindre bure og på gulv.

På baggrund af de omtalte forsøg med kyllinger er der grund til at formode, at restriktioner af burhøners muligheder for bevægelse fører til knogleskørhed. Der er ikke tale om nogen diætetisk effekt fra gødningen, da bl.a. Rowland et al. (1968a) fandt, at gødning i foderet ikke forøgede knoglestyrken. Også en eventuelt højere æggydelse har været udset som en mulig faktor, men - som omtalt - forekommer knogleskørhed også hos kyllinger og kalkuner samt hos haner (Rowland et al., 1968b).

Meyer & Sunde (1974) fandt, at askeindholdet hos burhøner var 3,4 procentenheder højere i spolebenet end i overarmsknoglen, og de

anførte, at nedsat brug af vinger medførte et mindre askeindhold i vingeknoglen end i spolebenet, samt at styrken øgedes under bevægelse. Under bevægelse i en trædemølle reduceredes forskellen til 1,7 procentenheder, brudstyrken af vingerne forbedredes, og der fandtes ingen forskel i forhold til høner på gulv; ligeledes forstærkedes knoglerne, hvis hønerne blev anbragt på gulv i 2 uger.

Når høneker placeres i bure, nedsættes knoglestyrken i forhold til den styrke, de havde, før de blev anbragt i buret (Moore et al., 1977). Det kan således ikke udelukkes, at der er en sammenhæng mellem adfærdsrestriktioner og knoglestyrke i vingerne. Bareham (1972) og Black & Hughes (1974) viste, at vingebevægelserne næsten ophørte i bure, hvorimod der var masser af hurtige vingebevægelser, når hønekerne var ude af buret.

3 MATERIALE OG METODER I FORSØGET

Daggamle kyllinger af to afstamminger (Skalborg og Ægland) blev opdrættet på dybstrøelse i samme hus, og 15 dyr blev indsat pr. m² gulvareal.

I de første 8 uger fik kyllingerne en foderblanding indeholdende 11,7 MJ OE/kg og 145 g råprotein pr. 10 MJ OE; fra 9 til 18-19 ugers alderen benyttedes en foderblanding indeholdende 10,9 MJ OE/kg med 119 g råprotein pr. 10 MJ OE. I æglægningsperioden blev hønerne fodret med en foderblanding, der indeholdt 11,4 MJ OE/kg og 150 g råprotein foruden 26 g Ca og 5,5 g P pr. 10 MJ OE.

Daglængden var i begyndelsen 22 timer, hvorefter den blev nedtrappet til 9 timer; ved 20 ugers alderen hævedes den til 12 timer og 22 uger gamle til 13 timer. Senere ved 31 uger blev daglængden øget med endnu en time. Hønekerne blev indsat i æglægningsburene i en alder af 19 uger, og forsøget påbegyndtes ved hønealderen 20 uger. Forsøget løb, indtil hønerne havde nået en alder af 80 uger, d.v.s., at der var en 420 dages æglægningsperiode.

Selve buranlægget bestod af et to etagers pyramideanlæg med i alt 4 burrekker; to af rækkerne bestod af aflange bure med en dybde på 30 cm, og de to andre rækker af bure havde en dybde på 50 cm.

Gulvhældningen i begge typer bure var 1:12; for de aflange bures vedkommende fik hver høne 20 cm trugplads og i de dybe bure 12 cm, men uafhængig af burform og gruppestørrelse havde hver høne 600 cm² gulvplads (Tabel 1).

Tabel 1 Burtype med tilhørende areal og fodertrugplads pr. høne samt antal høner i forsøget for hver afstamning

Cage design and the corresponding floor area and food trough length per hen and number of hens in the experiment from each hybrid

Bredde x dybde	Antal høner/bur	Antal bure i alt	Antal høner i alt	Areal/høne cm ²
<i>Width x depth</i>	<i>No. of hens/cage</i>	<i>No. of cages, total</i>	<i>No. of hens, total</i>	<i>Area/ hen, cm²</i>
60 x 30	3	66	198	600
80 x 30	4	52	208	600
100 x 30	5	40	200	600
120 x 30	6	34	204	600
36 x 50	3	110	330	600
48 x 50	4	88	352	600
60 x 50	5	66	330	600
72 x 50	6	56	336	600

Forsøget omfattede i alt 4.316 høner - indsat i 1024 bure. Forsøgsfaktorerne omfattede to burtyper (dybe og aflange), gruppestørrelserne 3, 4, 5 og 6 høner og to afstamninger: Ægland og Skalborg.

Til måling af knoglestyrken blev 128 høner udtaget fra bursystemet og til sammenligning andre 16 høner fra de to afstamninger af høner, der gik på gulv. Hønerne fra gulv havde samme alder som hønerne fra buranlægget; men de havde i produktionstiden gået på dybstrøelse med 0,36 m² plads pr. høne. Hønerne var blevet fodret anderledes end hønerne i bure, ligesom der havde været forskel på vandforsyningen, idet gulvhønerne havde adgang til almindeligt vandværksvand med en hårdhedsgrad på 19, medens burhønerne fik demineraliseret vand.

Efter slagtning fik alle 144 høner en vinge taget fra til nedfrysning til bestemmelse af brudstyrke og askeindhold. Før bestemmelse af knoglestyrke blev de optøet, og humerusknoglen blev rensset og vejjet. Styrken af humerusknoglen og den urensede radiusknogle blev bestemt ved hjælp af en "Instron"-stempelmaskine - som beskrevet af Merkley

(1976). Knoglelængden blev målt for at finde midten, hvorpå trykket skulle udøves. Knoglen blev placeret således i stempelmaskinen, at den blev understøttet i begge ender og lige langt fra midten. For humerusknoglens vedkommende var afstanden mellem støtterne 30 mm, og der blev brugt et 6 mm stempel. For radiusknoglens vedkommende var afstanden 50 mm mellem støtterne og stemplet 35 mm; stempel-hastigheden var 5 cm pr. min.

Som mål for styrken anvendtes det maksimale tryk, der blev aflæst på en kurve, som fremkom, umiddelbart før knoglen brækkede.

Efter måling af styrken blev aske-, Ca- og P-indhold bestemt i den brækkede humerusknogle. Askeindholdet blev fundet ved hjælp af en foraskning af knoglen og sættes derefter i forhold til knoglens tørstovvægt (pct. aske); Ca- og P-indholdet analyseredes med spektrofotometer.

4 RESULTATER

4.1 Knoglestyrke og knoglernes indhold af aske, kalcium og fosfor

Resultater fra målingerne af knoglestyrke samt knoglernes indhold af aske, kalcium og fosfor er anført i Tabellerne 2 og 3.

Det fremgår af Tabel 2, at der med hensyn til styrke af humerus ikke blev fundet forskel mellem afstammingerne. For den urensede radius var der forskel på 95 % niveau ved de to afstamninger, således at Skalborg havde stærkere radius end Ægland. Der var signifikant effekt af gruppestørrelse på både humerus' og radius' brudstyrke, og det gav sig udtryk i, at høner i bure med gruppestørrelse 5 og 6 høner pr. bur havde bedre brudstyrke end høner fra gruppestørrelsen med 3 høner pr. bur. Ligeledes var der tydelig tendens til, at også 4 høner pr. bur gav en dårligere knoglestyrke end både 5 og 6 høner pr. bur.

Der fandtes ingen effekt på grund af burform på styrke, længde eller vægt af knoglerne. Der var væsentlig forskel mellem høner i bur og høner på gulv med hensyn til både humerus' og radius' styrke, idet knoglestyrken for humerus og radius var henholdsvis 30 og 50 kg for begge høneafstamninger på gulv. Med hensyn til længde og vægt

af knoglerne fandtes det, at Æglandhøner i bure havde mindre knogler end Skalborghøner i bure.

Tabel 2 Styrke, længde og vægt af humerus og radius

Breaking strength, length and weight of humerus and radius

	Brudstyrke, kg		Længde, cm		Vægt, g
	<i>Breaking strength, kg</i>		<i>Length, cm</i>		<i>Weight, g</i>
	humerus	radius	humerus	radius	humerus
Ægland (bur)	15,4a	30,4a	7,7a	7,7a	3,89a
Skalborg (bur)	15,2a	33,4b	8,0b	8,0b	4,30b
Aflange bure	15,3a	31,6a	7,8a	7,8a	4,13a
Dybe bure	15,3a	32,1a	7,8a	7,8a	4,05a
3 høner/bur	14,2a	29,3a	7,7a	7,7a	3,90a
4 - -	14,5ab	31,5ab	7,9b	7,9b	4,05a
5 - -	16,3b	33,8b	7,9b	7,8ab	4,12a
6 - -	16,1b	33,0b	7,9b	7,9b	4,29a

$P < 0,05$ for middeltal med forskelligt bogstav

$P < 0,05$ for means with different letter

Knoglerne var signifikant kortere, når der var 3 høner pr. bur i sammenligning med 4, 5 og 6 høner pr. bur. Ligeledes var der tendens til stigende vægt af humerus med stigende gruppestørrelse.

Tabel 3 Tørstof, aske, calcium og fosfor i humerus, %

Dry matter, ash, calcium and phosphorus in the humerus, %

	Tørstof	Aske	Ca	P
	<i>Dry matter</i>	<i>Ash</i>	<i>Ca</i>	<i>P</i>
	%	%	%	%
Ægland (bur)	73,33	63,08	22,26	10,43
Skalborg (bur)	74,25	63,00	22,12	10,30
Aflange bure	73,33	62,21	22,03	10,26
Dybe bure	74,21	63,88	22,36	10,47
3 høner/bur	75,18	61,52a	22,04	10,28
4 - -	74,19	62,52ab	21,94	10,29
5 - -	72,76	64,59b	22,55	10,56
6 - -	72,95	63,56ab	22,24	10,34

$P < 0,05$ for middeltal med forskelligt bogstav

$P < 0,05$ for means with different letter

Der fandtes ingen signifikant forskel på tørstoffet, kalcium og fosfor i knoglerne fra de to afstamminger. Der var tydelig forskel mellem høner i bure og på gulv for % tørstof, % aske i tørstof og % Ca. Således indeholdt knoglerne fra hønerne på gulv ca. 78 % tørstof, 67,5 % aske og 23,8 % Ca.

Der fandtes ingen forskel mellem aflange og dybe bure ved tørstof- og askeindhold.

Gruppestørrelsen havde ingen indflydelse på tørstof-, kalcium- og fosforindholdet i humerus; % aske var signifikant højere med 5 end med 3 høner pr. bur, og der var tendens til højere askeindhold med 6 høner pr. bur.

Der blev fundet sammenhæng mellem knoglestyrke og andre knogleparametre. Således var vægten og styrken af humerus positivt korreleret med 0,32. Knoglestyrken var ligeledes korreleret til % aske, % Ca og % P med værdier på henholdsvis 0,25, 0,30 og 0,22; de nævnte korrelationer var signifikante på 95 % niveau.

5 DISKUSSION OG KONKLUSION

Brudstyrken var større hos hønerne på gulv end hos hønerne i bure. Dette er i overensstemmelse med resultater, der er opnået med høner (Meyer & Sunde, 1974, Moore et al., 1977 og Rowland & Harms, 1970 og 1982) og med slagtekyllinger (Andrews & Goodwin, 1973, May & Merkley, 1980, Merkley, 1981_a og Merkley & May, 1980). Den fundne stigende styrke af vingeknoglerne humerus og radius med stigende gruppestørrelse hos æglæggende høner i bure kan skyldes, at hønerne totalt har større gulvareal at bevæge sig på, selv om arealet pr. høne ikke blev ændret. Dette svarer til det af Anderson et al. (1979) fundne, idet knogler hos kalkuner i store grupper havde større styrke end knogler hos kalkuner i små grupper. I forsøg med slagtekyllinger fandt May et al. (1981) derimod, at arealet pr. kylling ingen indflydelse havde på knoglestyrken.

I undersøgelsen fandtes ingen sammenhæng mellem pct. brækkede vinger efter slagtning og knoglestyrken. På det samme hønemateriale fandt Ambrosen (1982) efter slagtning 31 % høner med brækkede vinger,

men ingen sammenhæng mellem hyppighed af brækkede vinger og gruppestørrelse. Blandt hønerne fra gulv fandtes ingen brækkede vinger, hvilket svarer til, at disse havde stærkere knogler.

Optælling af hønerne skete efter slagtning, idet undersøgelser (Nielsen, 1980 og Ambrosen, 1982) viste, at den elektriske bedøvning af hønerne forårsagede den overvejende del af brud på vingeknogler. Den fundne stigende styrke af vingeknoglerne med stigende gruppestørrelse skyldes den bedre mulighed for bevægelse, som det stigende samlede areal giver; det er fundet, at høner i bure bruger deres vinger meget lidt, medens der forekommer hurtige vingebevægelser, når de er uden for buret (Bareham, 1972 og Black & Hedges, 1974), dog fandt Ambrosen (1982), at hyppigheden af vingebevægelser var aftagende med stigende gruppestørrelse. Der har således ikke kunnet påvises en sammenhæng mellem styrke af knogler og hyppigheden af vingebevægelser, da knoglestyrken øgedes med stigende gruppestørrelse.

Det har ikke kunnet afklares, om længden eller vægten af knoglerne har indflydelse på knoglestyrken, da en kort knogle ikke i alle tilfælde gav lille styrke. Den kortere knogle hos Æglandhønerne skyldes, at disse er mindre end Skalborghønerne. Det vides ikke, hvad den kortere knogle hos gruppestørrelsen 3 skyldes, da hønævægten var signifikant højere med 3 end med 4 og 5 høner pr. bur, medens der ingen forskel var på 3 og 6 høner pr. bur.

Med stigende gruppestørrelse fandtes et stigende indhold af aske i knoglernes tørstof, og dette fandtes at være korreleret til knoglernes styrke ($r = +0,25$), hvilket svarer til resultater fundet af Anderson et al. (1979) i forsøg med kalkuner i små og større grupper. Tilsvarende sammenhæng mellem askeindhold er fundet for slagtekyllinger (Merkley, 1981b) og for høner (Rowland et al., 1967, Rowland & Harms, 1970 og 1972). I et forsøg (Rowland et al., 1968b) er fundet en korrelation på $+0,98$ mellem pct. aske i knoglen og styrken, medens denne sammenhæng ikke er fundet i andre forsøg (Rowland et al., 1972).

Korrelationen mellem pct. fosfor i knoglen og knoglestyrken var på $+0,22$, men Huyghebaert et al. (1980) fandt en korrelation på $+0,89$. Der er således også i denne undersøgelse fundet sammenhæng mellem indhold af aske, calcium og fosfor og knoglernes styrke, men korrelationernes størrelse antyder også andre faktoreres indflydelse.

Analyse af askeindholdet i vingeknogler blev anvendt i forsøg af Meyer & Sunde (1974), og de fandt stigning i askeindholdet ved tvungen bevægelse af vingerne, og Kalango & Ademosun (1973) fandt mere kalcium og aske i knogler fra høner på gulv eller net end hos høner i bure. Ud over kemisk analyse af knogler brugte Meyer & Sunde (1974) røntgenundersøgelser og fandt positiv korrelation mellem tætheden af knogler og deres styrke, og med øget bevægelse af vingerne fandtes øget tæthed af knoglerne. Riddell et al. (1969) fandt desuden, at knogler fra høner i bure havde tyndere cortex og mindre mængde trabekulært ben. Ud fra måling af fosfataseaktivitet, kalcium, fosfor og magnesium i serum fandt Lölicher et al. (1981) ingen patologiske forandringer i knogler fra høner i bure i forhold til høner på dybstrøelse eller høner på dybstrøelse med adgang til løbegårde.

Yderligere undersøgelser må gennemføres for at finde sammenhæng mellem vingeknoglers styrke og forskellige mineralstoffer samt andre mål for deres opbygning.

LITTERATUR

- Adams, R.L., Harrington, R.B., Jackson, D.D., Haugh, C.G. & Stadelman, W.J., 1968. Bone breakage and bone fragmentation in pent hens. *Poultry Science* 47: 1651 (abstract).
- Ambrosen, T., 1982. Recent studies on shallow and deep cages for layers at various group sizes. Upubliceret, 32 pp.
- Anderson, J.O., Warnick, R.E. & Nakata, N., 1979. Effect of cage and floor rearing; dietary calcium, phosphorus, fluoride, and energy levels; and temperature on growing turkey performance, the incidence of broken bones, and bone weight, and ash. *Poultry Science* 58: 1175-1182.
- Andrews, L.D. & Goodwin, T.L., 1973. Performance of broilers in cages. *Poultry Science* 52: 723-728.
- Bareham, J.R., 1972. Effects of cages and semi-intensive deep litter pens on the behaviour, adrenal response, and production in two strains of laying hens. *British Veterinary Journal* 128: 153-163.
- Bastien, R.W., Bradley, J.W., Pennington, B.L. & Ferguson, T.M., 1979. Effect of dietary mineral supplement on radius breaking strength, and egg characteristics of caged layers. *Poultry Science* 58: 90-92.
- Bet nkning fra Justitsministeriets Arbejdsgruppe, 1979. Intensive produktionssystemer og dyrebeskyttelse i praktisk landbrug, nr. 868: 127-188.
- Black, A.J. & Hughes, B.O., 1974. Patterns of comfort behaviour and activity in domestic fowls: A comparison between cages and pens. *British Veterinary Journal* 130: 23-33.
- Ferguson, T.M., Scott, J.T., Miller, D.H., Bradley, J.W. & Creger, G.R., 1974. Bone strength of caged layers as affected by Portland cement and sodium bicarbonate. *Poultry Science* 53: 303-307.
- Garlich, J., Morris, C. & Brake, J., 1982. External bone volume, ash, and fat-free dry weight of femurs of laying hens fed diets deficient or adequate in phosphorus. *Poultry Science* 61: 1003-1006.
- Huff, W.E., Doerr, J.A., Hamilton, P.B., Hamann, D.D., Peterson, R.E. & Ciegler, A., 1980. Evaluation of bone strength during aflatoxicosis and ochratoxicosis. *Appl. Environment Microbiology* 40: 102-107.

- Huyghebaert, G., de Groote, G. & Keppens, L., 1980. The relative biological availability of phosphorus in the feed phosphates for broilers. *Ann. Zootechnologie* 29: 245-263.
- Kalango, I.O. & Ademosun, A.A., 1973. Effect of calcium and phosphorus levels on the performance of layers in Nigeria. 2. Bone, ash, and calcium, and phosphorus retention. *Poultry Science* 52: 1393-1398.
- Löfliger, H.Ch., von dem Hagen, D. & Matthes, S., 1981. Einfluss der Haltungssysteme auf die Tiergesundheit. Bericht über Ergebnisse klinisch-patologischer Untersuchungen. I: Legehennenhaltung. *Landbauforschung. Völkenrode, Sonderheft* 60: 47-67.
- Marion, J.E., 1968. An evaluation for processing of layers housed in cages and on the floor. *Poultry Science* 47: 1250-1254.
- May, J.D. & Merkley, J.W., 1980. Effect of pen height on humerus and tibia strength on broilers. *Poultry Science* 59: 1568 (abstract).
- May, J.D., Merkley, J.W., Malone, G.W. & Chaloupka, G.W., 1981. Relationship of pen height to bone strength of broilers. *Poultry Science* 60: 546-549.
- Merkley, J.W., 1976. Increased bone strength in coop-reared broilers provided flouridated water. *Poultry Science* 55: 1313-1319.
- Merkley, J.W., 1981a. A comparison of bone strengths from broilers reared under various conditions in coops and floor pens. *Poultry Science* 60: 98-106.
- Merkley, J.W., 1981b. The effect of sodium fluoride on egg production, egg quality, and bone strength of caged layers. *Poultry Science* 60: 771-776.
- Merkley, J.W. & Chaloupka, G.W., 1973. Bone strength of broilers as affected by increased activity in coops and restricted activity on the floor. *Poultry Science* 52: 2063 (abstract).
- Merkley, J.W. & May, J.D., 1980. Relationship of pen height to bone strength of broilers. *Poultry Science* 59: 1638 (abstract).
- Meyer, W.A. & Sunde, M.L., 1974. Bone breakage as affected by type of housing or an exercise machine for layers. *Poultry Science* 53: 878-885.
- Meyer, G.B., Babcock, S.W. & Sunde, M.L., 1968. An accurate in vivo technique for measuring bone mineral mass in chickens. *Journal Nutrition* 96: 195-205.
- Moore, D.J., Bradley, J.W. & Ferguson, T.M., 1977. Radius breaking strength and egg characteristics of laying hens as affected by dietary supplements and housing. *Poultry Science* 56: 189-192.

- Nielsen, B., 1980. Vingebrud (humerusbrud) hos æglæggende høner. Dansk Veterinær Tidsskrift 63: 987-991.
- Nightingale, T.E., Littlefield, L.H. & Merkley, J.W., 1972. Osteoporosis induced by unilateral wing immobilization. Poultry Science 51: 1844 (abstract).
- Nightingale, T.E., Littlefield, L.H., Merkley, J.W. & Richardi, J.C., 1974. Immobilization - induced bone alterations in chickens. Can. Journal Physiology Pharmacol., 52: 916-919.
- Riddell, C., Helmboldt, C.F. & Singsen, E.P., 1969. A histologic study of medullary bone of laying hens under different diet and housing conditions. Avian Dis. 13: 163-170.
- Rowland, L.O., Jr. & Harms, R.H., 1970. The effect of wire pens, floor pens, and cages on bone characteristics of laying hens. Poultry Science 49: 1223-1225.
- Rowland, L.O., Jr. & Harms, R.H., 1972. Time required to develop bone fragility in laying hens. Poultry Science 51: 1339-1341.
- Rowland, L.O., Jr., Harms, R.H., Wilson, H.R., Ross, I.J. & Fry, J.L., 1967. Breaking strength of chick bones as an indication of dietary calcium and phosphorus adequacy. Proc.Soc.Exp.Biol. Medd. 126: 399-401.
- Rowland, L.O., Jr., Harms, R.H., Wilson, H.R., Ahmed, E.M., Waldroup, P.W. & Fry, J.L., 1968a. Influence of various dietary factors on bone fragility of caged layers. Poultry Science 47: 501-511.
- Rowland, L.O., Jr., Wilson, H.R., Fry, J.L. & Harms, R.H., 1968b. A comparison of bone strength of caged layers and floor layers and roosters. Poultry Science 47: 2013-2015.
- Rowland, L.O., Jr., Fry, J.L., Christmas, R.B., O'Steen, A.W. & Harms, R.H., 1972. Differences in tibia strength and bone ash among strains of layers. Poultry Science 51: 1612-1615.
- Scott, J.T., Greger, C.R. & Ferguson, T.M., 1975. The effect of dietary cement on egg production and egg shell quality in laying hens. Poultry Science 54: 2030-2033.
- Simonsen, H.B. & Vestergaard, K., 1978. Æglægningsbure som årsag til miljø og adfærdsbetingede sygdomme. Nord.Vet.-Medd. 30: 241-252.
- Singh, R.D., Bletner, J.K. & Goff, O.E., 1971. Bone density index, bone breakage strength, egg production, and egg specific gravity as affected by dietary Ca and P. Poultry Science 50: 1631 (abstract).
- Wabeck, C.J. & Littlefield, L.H., 1972. Bone strength of broilers reared in floor pens and cages having different bottoms. Poultry Science 51: 897-899.