

504. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Vagn E. Petersen og Folmer Høj

**Kalciumniveau'ets og
kalciumkildens indflydelse
på æglæggende høners ydelse
og æggenes skalkvalitet.**

The effect of calcium levels and source of calcium
on the performance of laying hens and the quality of
the shell of the eggs.

Einfluss des Kalziumniveaus und der Kalziumquelle
auf die Leistung eierlegender Hennen und die
Eischalenqualität.



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1980

FORORD

I denne beretning redegøres for højnernes kalciunibehov for optimal skaldannelse og indflydelsen af østersskaller på højnernes udnyttelse af deres kapacitet til at danne æggeskal.

Forsøgene er gennemført på Trollesminde, hvor assistenterne Torkel Madsen og Sonja Madsen har forestået den daglige pasning af højnene samt ægindsamling og registrering af højnernes ydelse. Vid. ass. J. V. de Neergaard og lic. agro. M. Gaardbo Thomsen har gennemført ægundersøgelserne.

Assistent Harriet Mikkelsen har overført de indsamlede data på hulkort, og vid. ass. Ole Jensen har foretaget talbehandlingen på NEUCC, det regionale EDB-center ved Danmarks Tekniske Højskole, Lyngby.

Forsøgsplanlægning og udarbejdelse af beretningen er foretaget af forsøgsleder Vagn E. Pedersen og vid. ass. Folmer Høj, medens opsætning og renskrivning af manuskriptet er foretaget af assistent Harriet Mikkelsen.

København, oktober 1980

J. Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	3
Indledning	5
Sammendrag	6
Summary	8
Zusammenfassung	9

KAPITEL I

Litteraturoversigt	11
Kalciumkilder	11
Kalciummængde og kalciumoptagelse	14
Kalciumkildens partikelstørrelse	20
Virksomheden af foderets indhold af klorid og fosfor på æggenes skalkvalitet	21
Miljøfaktorens indflydelse på æggenes skalkvalitet	22

KAPITEL II

Forsøgsplan og metode	27
Forsøgets resultater	29
Diskussion	32
Antal æg pr. høne	32
Æggenes størrelse	33
kg æg pr. høne	33
Foderoptagelse, kg foder pr. høne	33
Foderomsætning, kg foder pr. kg æg	34
Hønedødeligheden	34
Æggenes skalkvalitet	34
Æggenes fordeling efter skalprocent	39
Bikarbonats betydning for skaldannelsen	47
Konklusion	49
Litteraturliste	51

INDLEDNING

Da ægproduktionens omkostninger betales af de æg, der med ubrudt skal når frem til forbrugerne, har æggeskallens kvalitet altid været betragtet som en væsentlig økonomisk faktor blandt ægproducenter. De senere års udvikling inden for ægproduktionen, hvor hønerne holdes i produktion i en længere periode end tidligere og senest overgangen til burdrift, der ofte er stærkt mekaniseret, har forstærket den økonomiske betydning af, at æggene bliver lagt med en god, stærk skal.

For at undersøge højnernes behov for calcium til produktion af æg med optimal skal-kvalitet og betydningen af, at hønerne får en del af deres calciumforsyning dækket gennem fodring med østersskaller, er på Trollesminde gennemført et forsøg til belysning af disse spørgsmål; samtidig er undersøgt, om foderets calciumindhold påvirker andre produktionsparametre - så som ægydelse og foderomsætning.

SAMMENDRAG

I et 6×2 faktorielt forsøg, hvor den ene faktor var 6 kalciumniveauer - 1,8, 2,2, 2,6, 3,0, 3,4 og 3,8 % kalcium i foderet, og den anden faktor var 2 kalciumkilder - nemlig kridt samt kridt + østersskaller -, er undersøgt, hvilken indflydelse foderets kalciumindhold og -kilde havde på Hvid Italiener høners æggydelse, foderomsætning og æggenes skalkvalitet.

De 12 forsøgsfoderblandinger blev fremstillet, så de var isokaloriske, og i alle blandinger blev opretholdt samme protein/energiforhold. Foderets kalciumindhold blev reguleret til det planlagte indhold ved at iblande varierende mængde kridt. I de 6 blandinger, hvori indgik østersskaller, blev 2,5 % kridt erstattet af 2,5 % østersskaller af sorteringen "hen size". Ud over det kalcium, der fandtes i foderet, havde hønerne ikke adgang til kalcium.

Hønerne var 23 uger gamle, da forsøget blev påbegyndt den 21. september, og det varede i 10 perioder á 4 uger eller 280 dage. I hele forsøgstiden gik hønerne på dybstrøelse og havde fri adgang til foder og vand. Fra forsøgets start og til den 1. april havde hønerne lys i huset 13 timer pr. døgn, derefter øgedes daglængden gradvis til 17 1/2 time ved forsøgets afslutning i overensstemmelse med den kurve, det naturlige daglys betinger.

Forsøget viste, at hverken foderets kalciumindhold eller de anvendte kalciumkilder påvirkede æggydelse, ægstørrelse, kg æg pr. høne, foderoptagelse, kg foder pr. kg æg eller dødelighed hos hønerne.

Den sidste mandag i hver af de 10 forsøgsperioder blev hele dagsproduktionen af æg indsamlet og undersøgt for skalkvalitet. Disse undersøgelser viste, at æggenes skalprocent var stigende ($P < 0,01$) med foderets stigende kalciumindhold, og ligeledes, at anvendelse af østersskaller på bekostning af kridt havde en sikker ($P < 0,01$) forbedrende virkning på æggenes skalprocent, dog kun såfremt der i foderet var mindre end eller højst 3,0 % kalcium. Med kridt som kalciumkilde blev optimal skalkvalitet opnået med 3,4 % kalcium og med kridt + østersskaller fra 2,6 til 3,0 % kalcium i foderet. Østersskaller synes især at have en gavn-

lig virkning på skalkkvaliteten hos høner, der ellers ville lægge æg med tynd skal. Undersøgelsen viste også, at nogle høner lægger æg med en endog særdeles god skal med kun 1,8 % kalcium i foderet og med kridt som kalciumkilde. Det konkluderes derfor, at det ikke alene er foderets kalciumindhold, der er afgørende for æggenes skalkkvalitet, men at også den enkelte hønes evne til at mobilisere bi-karbonationer til skaldannelsen er en meget afgørende faktor for, om den enkelte høne lægger æg med dårlig eller god skalkkvalitet.

Det er vist, at såfremt forsøgsbehandlingen påvirker æggenes størrelse, er det vanskeligt at vurdere æggenes skalkkvalitet, når denne angives som skalprocent.

SUMMARY

In a 6×2 factorial experiment, where the first factor was 6 levels of calcium - 1.8, 2.2, 2.6, 3.0, 3.4 and 3.8 % calcium in all mash diets, and the second factor was 2 sources of calcium, powdered limestone and powdered limestone + hen size, oyster shell, the effect of calcium level and calcium source on the number of eggs, egg size, food conversion, and the quality on the shell of the eggs was investigated.

The 12 experimental diets were isoenergetic, and all diets had the same protein/energy ratio. The calcium content of the diets was regulated to the stipulated content by varying the amounts of powdered limestone in the diets. In the 6 diets with oyster shell, 2.5 % limestone were substituted by 2.5 % oyster shell. The layers had no access to calcium except that in the experimental diets. The experiment was carried out with 2 pens of 20 White Leghorn layers per treatment; the layers were kept on deep-litter and food and water were supplied ad libitum.

The experiment was initiated when the layers were 23 weeks old and terminated 40 weeks later. From the 21st September, when the experiment started, to the 1st April, the layers had constantly 13 hours of light in the house, after that the daylight increased gradually to 17 1/2 hours per day up to the 1st July when the experiment terminated.

Under the condition of this experiment it appears that neither level of calcium nor sources of calcium had influence on number of eggs, egg size, kg eggs per hen, food consumption, food conversion, nor mortality.

On the last monday in each of the 10 experimental periods of 4 weeks all eggs produced the very same day were collected, weighed to the nearest 0.1 of a gram, and the quality of the egg shell was determined by using per cent shell of the egg as the criterion of the quality.

It appears that per cent shell of the eggs increases ($P < 0.01$) with increasing level of calcium in the diets, and the use of oyster shell on the expense of limestone had a favourable ($P < 0.01$) effect on the quality of the shell of the eggs, but only if the

layers were supplied with food containing 3,0 % or less calcium including that of the oyster shell.

When using powdered limestone as the only supplementary source of calcium the optimum quality of the shell was attained with 3,4 % calcium in the food, and when using powdered limestone + oyster shell an optimum quality of the shell was attained with the diets containing 2,6 to 3,0 % calcium. Oyster shell seems in particular to have a beneficial effect (Fig. 3) on the quality of the shell for layers producing eggs with poor shell quality.

It appears from the investigation that some hens (more than 20 % of the population) are able to lay eggs with a very good quality of the shell on food containing only 1,8 % calcium, even with powdered limestone as the source of calcium. It is concluded that it is not solely the content of calcium in the food that determines the quality of the shell of the eggs, but that the ability of the individual, laying hen to mobilize bicarbonates is a very important factor for the shell formation, and this ability determines whether or not the hen is able to produce eggs with a good shell quality.

ZUSAMMENFASSUNG

In einem 6 x 2 faktoriellen Versuch, wo der eine Faktor 6 Kalziumniveaus waren - 1,8-2,2-2,6-3,0-3,4 und 3,8 % Kalzium im Futter -, und der andere Faktor 2 Kalziumquellen waren, d.h. Kreide und Kreide + Austernschalen, wurde der Einfluss des Kalziumgehaltes des Futters und der der Kalziumquelle auf die Legeleistung, den Futterverbrauch und die Eischalenqualität von Weissen Leghornhennen untersucht.

Die 12 Versuchsfuttermischungen wurden hergestellt, so dass sie isokalorisch waren, und in allen Mischungen wurde der gleiche Protein/Energiegehalt aufrechterhalten. Der Kalziumgehalt des Futters wurde durch einmischen variierender Kreidemengen zum geplanten Gehalt korrigiert. In den 6 Mischungen mit Austernschalen wurden 2,5 % Kreide durch 2,5 % Austernschalen der Sortierung "hen size" (Hühnergrösse) ersetzt. Ausser dem im Futter vorhandenen Kalzium bekamen die

Hennen kein Kalzium. Am Anfang des Versuches - den 21. September - waren die Hennen 23 Wochen alt, und der Versuch dauerte 10 Perioden á 4 Wochen oder 280 Tage.

Während der ganzen Versuchszeit gingen die Hennen auf Tiefstreu und hatten Futter und Wasser ad libitum. Vom Versuchsanfang an und bis zum 1. April hatten die Hennen täglich 13 Stunden Licht, danach wurde die Beleuchtungszeit pro Tag nach und nach verlängert nach einer von den Verhältnissen des natürlichen Tageslichtes bedingten Kurve, bis am Versuchende 17 1/2 Stunden erreicht waren.

Der Versuch zeigte, dass weder das Kalziumniveau des Futters noch die beanspruchten Kalziumquellen auf die Legeleistung, Eigrösse, kg Eier/Henne, Futteraufnahme, kg Futter/kg Eier oder Sterblichkeit unter den Hennen einwirkten.

Am letzten Montag der einzelnen 10 Versuchsperioden wurde die ganze Eiproduktion des Tages eingesammelt und die Eischalenqualität untersucht. Diese Untersuchungen zeigten, dass das Schalenprozent mit dem zunehmenden Kalziumgehalt des Futters stieg ($P < 0,01$) und auch, dass die Verwendung von Austernschalen unter Benachteiligung der Kreide eine sich verbessernde Wirkung ($P < 0,01$) auf das Eischalenprozent hatte, aber nur wenn weniger als oder höchstens 3,0 % Kalzium im Futter vorhanden waren. Mit Kreide als Kalziumquelle wurde die optimale Schalenqualität mit 3,4 % Kalzium und mit Kreide + Austernschalen mit von 2,6 bis 3,0 % Kalzium im Futter erreicht. Besonders schienen die Austernschalen eine nutzbringende Einwirkung auf die Schalenqualität bei Hennen zu haben, die sonst Eier mit dünner Schale legen würden.

Aus der Untersuchung erfolgte auch, dass einige Hennen mit nur 1,8 % Kalzium im Futter und Kreide als Kalziumquelle Eier mit einer sogar ausserordentlich guten Schale legen. Hieraus erfolgte, dass nicht nur der Kalziumgehalt des Futters für die Eischalenqualität entscheidend ist, sondern auch, dass die Fähigkeit der einzelnen Henne, Bicarbonat-Ions für die Eischalenbildung zu mobilisieren, ein sehr entscheidender Faktor dafür ist, ob die einzelne Henne Eier mit guter oder schlechter Schalenqualität legt.

Es ist gezeigt, dass es, falls die Versuchsbehandlung die Eigrösse beeinträchtigt, schwierig ist, die Eischalenqualität zu beurteilen, wenn diese als Schalenprozent aufgegeben ist.

KAPITEL I

Chapter I

LITTERATUROVERSIGT

Literature

Kalciumkilder

Calcium sources

Quisenberry og Walker (1970) undersøgte indflydelsen af de to kalciumkilder kridt og østersskaller på højnernes ægydelse, foderudnyttelse og livskraft; desuden blev skalvægt og -tykkelse samt Ca i blodserum målt. Kalciumkilderne havde ingen effekt på de tre førstnævnte egenskaber, hvorimod høner, fodret med østersskaller, lagde æg med større skalvægt og tykkere skal; indholdet af Ca i serum var afhængigt af de anvendte kalciumkilder, idet det var signifikant højest ved anvendelse af østersskaller.

Scott et al. (1971) gennemførte to undersøgelser for at belyse kalciumkilders indflydelse på æggenes skalkvalitet. Den 1. undersøgelse blev gennemført i de to varmeste sommermåneder, efter at højerne havde været i lægning i 10 måneder, kalciumkilderne var pulveriseret kridt og østersskaller. Kontrolblandingen indeholdt 7,5 % kridt og i alt 3,5 % Ca; i de tre forsøgsblandinger blev 1/3, 2/3 eller alt kridtet erstattet med pulveriserede østersskaller. Den bedste ægydelse og skalstyrke blev opnået, hvor kalciumkilden bestod af 1/3 kridt og 2/3 østersskaller, 2/3 kridt og 1/3 østersskaller var lidt dårligere, og udelukkende kridt eller østersskaller resulterede i den dårligste skalkvalitet.

2. undersøgelse startede, da højerne var kommet op på 50 % lægning, og fortsatte i 9 måneder; forsøgsblandingerne indeholdt 3,5 % Ca enten fra kridt eller 1/3 kridt og 2/3 østersskaller. Efter 8 måneders produktion bestemtes Ca-niveau i blodet nat og dag, og høner blev slagtet for at bestemme indholdet af østersskaller

i kråse efter en forud fastlagt fasteperiode. Æggydelse, foderoptagelse, foderudnyttelse og skalstyrke blev målt efter 3, 6 og 9 måneders lægning. For alle de målte parametre var der en sikker forbedring, når 2/3 kridt blev erstattet af østersskaller, specielt med hensyn til skalstyrke var der et betydeligt mindre fald i den varmeste del af sommeren, når hønerne fik en del af deres calciumbehov dækket gennem østersskaller.

Høner, der fik østersskaller+kridt, havde 17 % mere Ca i blodet om natten og 9 % mere om dagen, sammenlignet med høner, der kun fik kridt, og efter 12 timers faste (8 aften til 8 morgen) varlerede vægten af de tilbageholdte østersskaller i kråsen fra 0,6 til 2,4 g med partikelstørrelser fra 1 til 12 mm; hos høner, der kun fik kridt, fandtes ingen målelige mængder kridt i kråsen.

Pedersen (1972) fodrede høner med foder, indeholdende 1,5, 2,5 og 3,5 % calcium. På hvert calciumniveau var calciumkilderne enten 3/3 kridt, 2/3 kridt + 1/3 østerskaller eller 1/3 kridt og 2/3 østerskaller.

Undersøgelsen viste, at æggene havde en signifikant ($P < 0,01$) stigende skalprocent, vægtfylde og skaltykkelse med foderets stigende calciumindhold, og at østersskaller i foderet med 1,5 og 2,5 % calcium bevirkede en signifikant ($P < 0,001$) bedre skalprocent og vægtfylde end med kridt som eneste calciumkilde. Med 3,5 % calcium i foderet var æggenes skalkvalitet ikke påvirket af calciumkilde.

Analyser af blodplasmaets calciumindhold på blodprøver, udtaget aften og morgen, viste, at uanset foderets calciumindhold var der en tendens til mindre nedgang i blodets calciumindhold fra aften til morgen hos hønerne, der fik den største mængde østersskaller i foderet, end hos de, hvor calciumkilden udelukkende bestod af kridt.

Roland og Harms (1973) sammenlignede i en serie på 4 forsøg et kontrolhold, der fik foder med 3 % calcium i form af fint granuleret kridt, og 4 forsøgshold, hvor 2/3 af det granulerede kridt var erstattet af henholdsvis 2 grovere størrelser østersskaller og kridt. Der blev foretaget bestemmelse af æggenes vægtfylde samt Ca i blodserum kl. 8 og 16. Ægproduktion og foderoptagelse blev opgjort hver uge.

I sommerperioden blev gennemført 2 undersøgelser med 10 høner pr. bur og 3 gentagelser for hver forsøgsbehandling, hønerne var i 13. læggemåned. Høner, der fik tilskud af østersskaller, lagde æg med større vægtfylde og havde et højere indhold af calcium i blodserum, men deres æggydelse var 2,6 % lavere end hos de høner, der kun fik kridt som calciumkilde; den daglige foderoptagelse var uafhængig

af kalciumkildens art.

I efterårsperioden blev gennemført 2 undersøgelser - én med 10 høner pr. bur og 3 gentagelser og en anden med 9 høner på gulv og 3 gentagelser pr. behandling; hønerne var i 10. læggemåned. I disse undersøgelser fandtes kun en ubetydelig forskel på de målte parametre i relation til de to kalciumkilder, og der blev ikke fundet vekselvirkning mellem forsøgsbehandling og de to i forsøgene anvendte driftsystemer.

Bezpa et al. (1974) undersøgte under praktiske produktionsforhold, om tilsætning af 2,27 % østersskaller til en i alle henseender i forvejen afbalanceret foderblanding øvede indflydelse på æggenes skalkvalitet. Forsøget blev udført med i alt 12.000 høner, der gik i bur, og varede fra hønernes 3. til 14. læggemåned. Halvdelen af hønerne fik kontrolfoderet hele tiden, medens den anden halvdel fik forsøgsfoderet i en uge hver måned. Den sidste dag i hver måneds forsøgsuge blev procent knækæg bestemt hos forsøgs- og kontrolhønerne; desuden blev indsamlet 200 æg til bestemmelse af vægtfylde som et udtryk for skalkvalitet. Efter de 11 måneders undersøgelse blev konstateret, at under de givne forhold fandtes der ingen sikker effekt ved at tilsætte østersskaller til en i forvejen afbalanceret foderblanding.

Kuhl et al. (1977) fodrede høner, der gik i bur fra 24 til 76 ugers alderen, med foder, indeholdende 3,1 % kalcium, og halvdelen af hønerne fik foderets kalciumindhold dækket gennem kridt og den anden halvdel gennem østersskaller; resultatet af forsøget fremgår af følgende opstilling:

Kalcium- kilde	Lægn. (høned.) %	Ægv. g	kg foder /kg æg	Skallens brudst.	Knæk- æg, %	Vind- æg, %
Kridt	63,2	60,4	2,68	3,90	10,0	0,66
Østerssk.	63,9	61,1	2,71	3,92	10,2	0,47

Høner, der fik østersskaller, lagde de største æg og samtidig de færreste vindæg. Kalciumkilderne bevirkede ingen sikker forskel for de øvrige parametres vedkommende.

Vogt (1977) har gennemført 2 undersøgelser med krystallinsk og amorft kalciumkarbonat til æglæggende høner. Den krystallinske form indeholdt 39,4 % og den amorfe 35,8 % Ca, og foderblandingens indhold af kalcium var i de to undersøgelser henholdsvis 3,3 og 3,8 %. Undersøgelserne viste, at de to kalciumkilder ingen indflydelse havde på antal knækæg, skalstyrke og skaltykkelse.

Watkins et al. (1977) undersøgte kridt og østersskallers indflydelse på ægproduktion, ægvægt, foderudnyttelse og skalkvalitet hos Hvid Italiener høner, der havde lagt æg i 9 måneder; hønerne blev holdt i enkeltdyrbure i de 8 uger, forsøget varede, og alle æg fra de sidste 4 forsøgsdage blev undersøgt for brudstyrke, begge kalciumkilder blev blandet i foderet enten pulveriseret eller som gryn (hen size).

Kalcium-kilde	Partikel-størrelse	Lægn. %	Ægv. g	kg foder /kg æg	Æggesk. brudst., kg
Østerssk.	formalet 1/3+2/3*)	69,3a	62a	2,68a	2,61a
		67,4a	63b	2,75a	2,70a
Kridt	formalet 1/3+2/3*)	67,8a	62a	2,71a	2,60a
		66,0a	62a	2,75a	2,64a

*) = 1/3 formalet + 2/3 som gryn (hen size)

Inden for hver kolonne afviger gennemsnitsværdier med forskellig bogstavbetegnelse signifikant fra hinanden ($P < 0,05$).

For de målte parametre var der ingen forskel på de to kalciumkilder med undtagelse af, at østersskaller af "hen size" gav den højeste ægvægt. Der er en tendens til, at anvendelse af groft kalciummateriale uanset kalciumkilde giver bedre skalkvalitet.

Kalciummængde og Kalciumoptagelse

Calcium level and calcium intake

Young et al. (1964) har undersøgt, hvilken indflydelse opdrætningsfoderets kalciumniveau har på opdrættet og den senere æglægning samt dødeligheden i æglægningsperioden. Hønekerne blev fra 8 ugers alderen fodret efter følgende plan:

		Opdrætningsperioden							
Ca i opdrætningsfoderet,	%	0,60		0,60		3,00		3,00	
P i opdrætningsfoderet,	%	0,38		0,60		0,38		0,60	
Vægt, 22 uger gl.,	kg	1,65		1,68		1,36		1,58	
Foderf., 9-22 uger gl.,	kg	5,87		5,92		5,29		6,10	
Døde, 9-22 uger gl.,	%	6,1		5,7		10,1		5,8	
Dage ved 50 % lægning		168		169		179		168	
		Æglægningsperioden							
Ca i æglægningsfoder,	%	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0
Døde, 22-60 uger,	%	3	5	3	7	10	27	6	7
Lægning (hønedage),	%	66	65	66	65	62	61	67	64

Resultaterne viser, at høneker, der fik foder, indeholdende 3,0 % Ca og 0,38 % P, 22 uger gamle var mindre, havde lavere foderforbrug, gik senere i lægning og havde større dødelighed end høneker i de øvrige 3 grupper; hos hønerne i førstnævnte gruppe forekom en betydelig dødelighed i begyndelsen af æglægningstiden – især hos høner, der fik foder med 5 % Ca. Der kunne med sikkerhed konstateres en højere dødelighed på grund af nyrebetændelse hos hønerne, der var opdrættet på foder med højt kalciumindhold og lavt fosforindhold; med hensyn til æggydelse fandtes ingen statistisk sikker forskel på de forskellige hønegrupper. Æglægningfoderet med 5 % Ca har i alle 4 hønegrupper forårsaget lidt højere dødelighed og lidt lavere æggydelse end foder med 3 % kalcium.

Petersen og Høj (1970) undersøgte, hvilken indflydelse 2,3, 3,1 og 3,9 % kalcium i foderet havde på skalkvaliteten af æg fra høner, der havde været i lægning i henholdsvis 7 og 16 måneder. De fandt, at stigende mængde kalcium til hønerne, der havde været i lægning i 7 måneder, ingen indflydelse havde på skalkvaliteten; derimod viste der sig en svag stigning i æggenes skalprocent med foderets stigende kalciumindhold hos hønerne, der havde været i lægning i 16 måneder.

Taylor (1970) har gennemført 2 forsøg, hvis formål var at undersøge, hvordan foderblandingers kalciumniveau samt tilskud af muslingeskaller påvirker hønernes daglige foder- og kalciumoptagelse alt efter, om der finder en ægdannelse sted eller ej hos dem; i begge forsøg blev anvendt henholdsvis høner af halvsvær race og Brun Italiener høner. I den første undersøgelse fik hønerne foder med 3,2 og 0,2 % Ca, sidstnævnte blanding blev suppleret med muslingeskaller ad libitum. Halvdelen af hønerne fra hver race fik foder med det høje og den anden halvdel med det lave kalciumindhold i 3 uger, hvorefter forsøgsbehandlingen blev byttet om.

Høner på det lave kalciumniveau opnåede en tilvækst, medens høner på det høje havde et mindre vægttab i forsøgstiden; sidstnævnte hønegruppe havde signifikant højere foderoptagelse på dage med ægdannelse, sammenlignet med dage, hvor der ingen ægdannelse fandt sted; dette var ikke tilfældet hos høner, der fik foder med det lave kalciumniveau + muslingeskaller. Optagelse af muslingeskaller var stærkt korreleret med ægdannelse, idet den daglige optagelse var 10,6 g på dage med og 2,8 g på dage uden ægdannelse. Anvendelse af foder med lavt kalciumindhold + muslingeskaller gav æg med den bedste skaltykkelse, og der blev konstateret stigende ægvægt i forsøgstiden med den største stigning, da hønerne blev skiftet fra foder med det høje til foder med det lave kalciumindhold.

I den anden undersøgelse blev blandingen med 3,2 % Ca suppleret med muslingeskaller, og her var foderoptagelsen størst på dage med ægdannelse, sammenlignet

med dage, hvor der ingen ægdannelse fandt sted, uanset om hønerne fik muslingeskaller eller ej; foderoptagelsen var størst hos høner, der ikke fik muslingeskaller. Optagelse af muslingeskaller var 7,1 g, når der skete ægdannelse, og 4,7, når dette ikke var tilfældet, og der var tendens til, at tilskud af muslingeskaller resulterede i æg med tykkere skal.

Scott et al. (1971) har i et forsøg, der varede 40 uger, undersøgt calciumniveauets indflydelse på høners foderforbrug, ægydelse, æggenes vægtfylde og skaltykkelse. Det anvendte foder indeholdt stigende mængde calcium fra 2,5 til 5,0 % med intervaller på 0,5 %, og calcium blev tilsat i form af kridt, og hver forsøgsblanding blev anvendt til 6 grupper á 4 Hvid Italiener høner i enkeltdyrbure; alle blandinger havde samme protein-, energi- og fosforindhold.

Kalcium %	Kalcium /høne/dag g	Foder /dag g	Lægning %	Vægtfylde	Skal-tykkelse mm	Ægvægt g	Foder /kg æg, kg
2,5	2,78	111	71	1,082	0,368	59	2,65
3,0	3,19	106	68	1,084	0,376	59	2,64
3,5	3,78	108	70	1,085	0,386	59	2,62
4,0	4,35	109	66	1,083	0,371	59	2,80
4,5	4,79	106	65	1,084	0,381	58	2,81
5,0	5,05	101	64	1,086	0,386	58	2,72

Høner på det laveste calciumniveau havde den største ægydelse og det højeste daglige foderforbrug. Med 4 % Ca eller mere i foderet steg foderforbruget pr. kg æg, og der var ingen sikker sammenhæng mellem calciumniveau og æggenes vægtfylde samt mellem calciumniveau og skaltykkelse.

Hughes (1972) undersøgte den daglige calciumoptagelse hos Hvid Italiener høner; hønerne blev enkeltdyrkontrolleret i 22 dage og fik lys dagligt fra kl. 6.00 til 18.00. Der blev fodret efter ædelyst med en blanding med et lavt calciumniveau + calciumgranulat; foder- og calciumoptagelsen blev målt hver dag kl. 9.00 og derefter hver time, indtil lyset blev slukket kl. 18.00. Tidspunktet for æglægning blev ligeledes registreret, så en eventuel sammenhæng mellem foder- og calciumoptagelse og ægdannelse og den derpå følgende æglægning kunne bestemmes. Forfatteren fandt en mindre sammenhæng mellem foderoptagelse og ægdannelse samt en sikker korrelation mellem calciumoptagelse og ægdannelse; optagelsen begyndte at stige, når et æg befandt sig i æggelederen, og nåede et toppunkt, lige før skaldannelsen begyndte.

Holder og Sullivan (1973) fodrede Hvid Italiener høner med foder, indeholdende 2,5, 3,0 og 3,5 % calcium, og hver forsøgsblanding blev givet til 4 grupper á 6 høner, der gik i enkeltdyrbure.

For hver 28 dage registreredes æggydelse, foderudnyttelse, ægvægt, skalstyrke og æggenes vægtfylde; desuden blev foretaget en mere praktisk undersøgelse, hvor æggene blev gennemlyst og rengjort i en ægvaskemaskine, hvorefter procent knæk-æg blev bestemt. Undersøgelsen viste, at nævnte parametre ikke blev påvirket af foderets forskellige kalciumindhold.

Sauveur og Mongin (1974) undersøgte, om der var sammenhæng mellem æglæggen- de høners kalciumoptagelse og løsnings af æggeblomme henholdsvis tidspunktet, på hvilket ægget blev lagt. Forsøget blev gennemført over en periode på 24 dage med høner, der gik i enkeltdyrbure. Kontrolhønerne fik pr. dag tildelt 120 g foder, indeholdende 3,25 % Ca, og forsøgshønerne fik pr. dag tildelt 111,3 g foder, indeholdende 0,6 % Ca + 8,7 g østersskaller - i alt 120 g foder; hønerne havde adgang til østersskallerne 3 1/4 time pr. dag. Forsøgshønerne var delt i 3 undergrupper "A, B og C"; A fik østersskaller kl. 9.00, B kl. 14.00 og C kl. 17.15. Der var lys i huset fra kl. 6.00 til kl. 20.30.

Dag med æglægning: Dag med blommeløsning:	Kalciumoptagelse, g pr. dag				
	Nej	Ja	Nej	Ja	Gns.
Kontrolhold, g Ca/dag	3,22	3,26	3,42	3,52	3,40
Østersskaller fra:					
9.00 - 12.15 (A), g Ca/dag	-	2,97	2,34	2,97	2,78
14.00 - 17.15 (B), g Ca/dag	2,14	2,20	3,08	3,25	2,78
17.15 - 20.30 (C), g Ca/dag	2,80	2,56	3,29	3,43	3,13

Forsøget viste, at hønerne, der fik østersskaller om morgenen, havde den største optagelse af østersskaller på dage, hvor de lagde æg, uanset om der blev frigjort en æggeblomme fra æggestokken eller ej. Hønerne, der fik østersskaller kl. 14, havde den største optagelse af østersskaller på de dage, hvor æggeblomme blev frigjort fra æggestokken, hvilket også var tilfældet hos hønerne, der fik tildelt østersskaller kl. 17.15. Af dette fremgår, at hønerne i høj grad regulerer kalciumoptagelsen i forhold til deres æglægningscyklus, når de får mulighed derfor.

Skalundersøgelserne viste, at hønerne, der fik tildelt østersskaller om morgenen, lagde æg, som havde en signifikant ($P < 0,05$) dårligere skalkvalitet end hønerne i de tre andre grupper, og at hønerne i kontrolgruppen, der fik deres kalcium i form af kridt, lagde æg med lige så god skalkvalitet som hønerne i grupperne B og C.

Gilbert og Blair (1975) fodrede 32 uger gamle Hvid Italiener høner med foder, der indeholdt henholdsvis 0,05 og 0,5 % kalcium; forsøget varede i 6 uger, og både før og efter forsøgsperioden anvendtes en normal foderblanding med ca. 3 % calci-

um. Hos høner, der fik foder med 0,05 % kalcium, faldt ægdydelsen til 2-4 %; ægvægten faldt ca. 10 g, skalvægten 2,0 g og kalcium i skallen 0,7 %, medens ægdydelsen hos høner på foder med 0,5 % kalcium ikke kom under 20 %, og ægvægten faldt ca. 1,5 g, skalvægten 1,3 g og kalcium i skallen 0,4 %. Efter forsøgets afslutning kom hønegruppen på det højeste kalciumniveau hurtigst op på normal lægning.

Gleaves et al. (1977) gennemførte et faktorielt forsøg med 3 kalciumniveauer, 3 energiniveauer og 3 proteinniveauer; de 3 kalciumniveauer svarede til henholdsvis 1,5, 3,0 og 4,5 % kalcium. Forsøget, der varede i 20 uger, blev gennemført med høner af æglægningstype, der var 31 uger gamle ved forsøgets påbegyndelse; de gik i bure med 5 høner pr. bur og med 5 gentagelser pr. behandling, og der var lys i huset 17 timer pr. døgn.

Foderoptagelsen var ikke signifikant påvirket af foderets kalciumindhold, selv om høner, der fik foder med 1,5 % Ca i foderet, havde 8-9 % lavere ægdydelse, end hønerne, der fik 4,5 % Ca i foderet.

Kalciumoptagelsen var stigende med stigende protein- og kalciumniveau og faldende med stigende energiniveau i foderet; der fandtes en signifikant vekselvirkning mellem kalciumoptagelse og foderets energiindhold.

Ægproduktion. En stigning i den daglige kalciumoptagelse fra 2,05 til 4,06 g medførte en stigning i ægdydelsen på ca. 8 %, og en yderligere forøgelse af kalciumoptagelsen fra 4,06 til 6,20 g gav en stigning i ægdydelsen på yderligere 0,8 %.

Dødelighed. Der var en tendens til større afgang blandt høner på det lave kalciumniveau.

Skalstyrke og hvidehøjde. Skalstyrken var signifikant stigende med stigende kalciumindhold i foderet, og hvidehøjden var upåvirket af foderets kalciumindhold.

Kuhl et al. (1977) undersøgte, hvilken indflydelse foderets kalciumindhold havde på hønernes ægdydelse, æggenes størrelse, procent knækæg, æggenes vægtfylde og æggenes skalstyrke. De fodrede hønerne, der gik i enkeltdyrbure, med foder, indeholdende 2,5, 3,0 og 3,5 % kalcium over en periode på 48 uger. Kalciumniveauet påvirkede ikke ægdydelse, foderudnyttelse, ægvægt, procent knækæg og æggenes vægtfylde, men skalstyrken var bedst hos æg fra høner, der fik foder med det største kalciumindhold.

Roland et al. (1977) har i to forsøg studeret faktorer, der kunne være årsag til

vindæg og meget tyndskallede æg. I begge undersøgelser blev anvendt høner, der ved forsøgets påbegyndelse var 76 uger gamle; som kontrolhøner blev udvalgt høner, der havde en ægydelse på 57 % eller bedre, medens forsøgshønerne havde en tilsyneladende ægydelse på mellem 0 og 43 % = 21 % lægning i gennemsnit.

I forsøgsperioden, der varede 54 dage, blev begge hønegrupper fodret med et fuld-foder, indeholdende 3,0 % kalcium.

I forsøgsperioden havde kontrolhønerne en ægydelse på 66 % lægning, og 4,4 % af æggene var vindæg eller så tyndskallede, at de ikke kunne indsamles; medens forsøgshønernes reelle ægydelse var 59,0 % lægning, var den tilsyneladende ægydelse kun 19 % lægning; de resterende æg (40 % lægning) gik tabt som vindæg eller æg med så tynd skal, at de ikke kunne indsamles. Langt de fleste vindæg og tyndskallede æg blev lagt med intervaller på et døgn eller mere.

Kontrolhønerne havde en kalciumoptagelse på 2,8 g og forsøgshønerne på 2,9 g Ca pr. dag, så den manglende skaldannelse skyldtes ikke forskellig kalciumoptagelse. Måling af kalcium i blodserum og analyse af gødning viste, at begge hønegrupper var i stand til at absorbere og tilbageholde tilstrækkeligt med kalcium til en normal skaldannelse; desuden viste det sig, at hønegruppen med de tyndskallede æg havde det højeste indhold af kalcium i æggelederen, men de var åbenbart ikke i stand til at udnytte det til skaldannelse.

Vægten af hønernes løb var højest og brudstyrken bedst hos hønegruppen med de tyndskallede æg, hvilket bekræfter, at disse høner havde normal kalciumabsorption fra foderet, men antyder også en manglende evne eller behov for at mobilisere kalcium fra skelettet til dannelse af æggeskallen.

Watkins et al. (1977) undersøgte, om foderets kalciumindhold påvirkede hønernes ægydelse, (beregnet på hønedagebasis), ægvægt, foderudnyttelse og æggenes skalkvalitet. I forsøget, der varede 8 uger, indgik 540 Hvid Italiener høner, der havde været i lægning i 9 måneder; de gik i enkeltdyrbure, og forsøget blev udført om sommeren.

Følgende opstilling viser forsøgets resultater, hvor de inden for hver kolonne med samme bogstav afmærkede resultater ikke afviger signifikant ($P < 0,05$) fra hverandre.

Ca, %	Lægn., %	Ægv., g	kg fod./ kg æg	Brudst., kg
1,75	63,8a	61a	2,98a	2,47a
2,50	69,2b	62b	2,67b	2,69b
3,25	70,4b	63c	2,51c	2,76c

Som det fremgår af opstillingen, var der en stigning i høernes ægdydelse og en statistisk sikker forøgelse af ægvægten med foderets stigende Ca-indhold; samtidig var der et betydeligt fald i foderforbrug samt en forbedring af æggenes skalkvalitet.

Kalciumkildens partikelstørrelse

Size of particles of calcium source

Holder og Sullivan (1973) undersøgte, om partikelstørrelsen af det i foderet i-blandede kridt havde indflydelse på æggenes skalkvalitet; i alt indgik 5 foderblandinger i forsøget, hvori kridtet havde hver sin partikelstørrelse, og foderet blev givet til Hvid Italiener høner, der gik i enkeltdyrbure. Partikelstørrelsen havde ikke nogen sikker indflydelse på ægdydelse, ægvægt eller foderudnyttelse, derimod var skalstyrken påvirket, hvilket især kom til udtryk i den praktiske undersøgelse, hvorunder æggene blev gennemlyst og vasket i en ægvaskemaskine; her faldt procent knækæg med stigende partikelstørrelse fra 3,8 % hos høner, der fik foder med de fineste til 1,8 % hos høner, der fik foder med de groveste kridtpartikler (hen size bits).

Roland og Harms (1973) har i en forsøgsserie på 4 forsøg undersøgt, om kalciumkildens partikelstørrelse påvirkede høernes ægdydelse, foderoptagelse, kalciumindhold i blodserum kl. 8.00 og kl. 16.00 samt æggenes vægtfylde. Som basal foder (kontrolfoder) blev anvendt en foderblanding med 3 % kalcium, der var i-blandet foderet i form af fint granuleret kridt. De fire forsøgsblandinger blev fremstillet ved på kalciumbasis at erstatte kridt med henholdsvis kridt og østersskaller af "pullet size" (3,25-6,50 mm) og "hen size" (6,50-9,75 mm).

I sommerperioden gennemførtes 2 undersøgelser, da høerne var i 13. læggemåned; der var 10 høner pr. bur og 3 gentagelser for hver forsøgsbehandling. Kontrolhøerne lagde æg med lavere vægtfylde og havde lidt mindre foderoptagelse, men 5-9 % bedre ægdydelse i sammenligning med de 2 forsøgsgrupper; hos disse grupper havde æggene samme vægtfylde, og foderoptagelsen var næsten ens. Høner, der fik kalciumkilden som hen size, havde det laveste indhold af kalcium i serum, men den bedste ægdydelse.

I efterårsperioden gennemførtes 2 undersøgelser, da høerne var i 10. læggemåned; i den ene var der 10 høner pr. bur og 3 gentagelser pr. behandling, i den anden 9 høner på gulv og 3 gentagelser pr. behandling. I disse undersøgelser blev kun fundet en ubetydelig forskel på de målte parametre i relation til kalciumkilder-

nes partikelstørrelse.

Kuhl et al. (1977) undersøgte i to forsøg ligeledes, om partikelstørrelsen af kalkiumkilden i æglægningsfoder påvirkede æggenes skalkkvalitet hos høner, der gik i enkeltdyrbure.

I det første forsøg anvendtes kridt, hvor kridtpartiklerne var sorteret i 5 forskellige størrelser - fra pulveriseret kridt til partikler på 6, 50-9, 75 mm -. Partikelstørrelsen påvirkede ikke ægydelse, foderudnyttelse, ægvægt, vægtfylde og skalstyrke, men procent knækæg var lavest hos høner, der fik foder med den groveste partikelstørrelse af kridt. I det andet forsøg påvirkede forskellige partikelstørrelser af kridt og østersskaller heller ikke de forskellige hønegrupperes ægydelse, men de største østersskaller gav den bedste og de mindste den dårligste foderudnyttelse af alle grupper. Foderudnyttelsen var ikke påvirket som følge af kridtpartiklernes størrelse; høner, fodret med de mindste østersskaller, lagde de største æg, og skalstyrken var bedst hos høner, der fik en blanding af kridt med de to groveste partikelstørrelser. Med stigende partikelstørrelse i kridt og østersskaller var procent knækæg faldende samtidig med, at procent vindæg var mindst hos hønegruppen, der fik den groveste partikelstørrelse kridt.

Undersøgelser af Vogt (1977) med krystallinsk og amorf calciumkarbonat til æglæggende høner - begge i en finere og grovere struktur - viste en mindre, men sikker forskel på antal knækæg, skalstyrke og skaltykkelse som følge af de to kalkiumkilders partikelstørrelse til fordel for den grove struktur; ægydelse og foderudnyttelse var ikke påvirket.

Virksomheden af foderets indhold af klorid og fosfor på æggenes skalkkvalitet

Effect of dietary chloride and phosphor on the quality of the shell of the eggs

Petersen og Jensen (1975) fremstillede 2 foderblandinger, som i alle henseender var identiske med undtagelse af, at den ene indeholdt 2,51 og den anden 0,86 g klorid pr. 3000 kcal OE. Denne forskel i kloridindhold fremkom ved, at 0,3 % natriumklorid blev erstattet med ækvivalente mængder natrium fra natriumfosfat.

Ved at sænke foderets indhold af klorid forbedredes æggenes skalkkvalitet fra 8,58 til 8,72 % skal; denne forskel var kun signifikant på 90 % niveauet. En analyse viste, at fodringen havde en signifikant ($P < 0,01$) indflydelse på blodserums kloridindhold.

Vogt og Harnisch (1978) har i et 2×4 faktorielt forsøg, hvor den ene faktor var 0,16 og 0,25 % natrium og den anden 0,45, 0,55, 0,65 og 0,75 % totalt fosfor i foderet, undersøgt disse to uorganiske ernæringskomponenters indflydelse på hø-
ners ægdelse og æggenes skalkvalitet i perioden, fra hønerne var 22 til 68 uger gamle.

Disse forskelle på foderets indhold af Na og P havde hverken indflydelse på æg-
ydelse eller foderforbrug; i gennemsnit havde hønerne en æglægning på 86 % og
brugte 2,29 kg foder pr. kg æg.

Derimod øvede behandlingen nogen indflydelse på æggenes skalkvalitet, målt som
procent knækæg.

Na, %	Totalt fosfor, %				Gns.
	0,45	0,55	0,65	0,75	
0,16	12,3	12,8	12,0	13,5	12,7
0,25	13,0	13,9	14,1	15,4	14,1
Gns.	12,7	13,4	13,1	14,5	

Både foderets stigende Na- og P-indhold bevirkede et stigende antal knækæg. Af
hensyn til ægdelse og foderomsætning er hønernes behov for fosfor dækket med
0,45 totalt P, svarende til 0,22 % tilgængeligt fosfor i foderet, endog i dette til-
fælde med en særdeles høj ægdelse.

Neathery (1980) diskuterede i sit indlæg kloridstofskiftet og blodets homeostasi
hos kvæg. Han påviste, at en reduktion i foderets kloridindhold resulterede i en
signifikant ($P < 0,01$) reduktion i blodplasmaets indhold af klorid, hvilket førte
til en signifikant ($P < 0,01$) forøgelse af blodets pH, dets indhold af bikarbonat-
ioner og dets kuldioxid tryk.

Miljøfaktorerens indflydelse på æggenes skalkvalitet

The influence of environment on the quality of the shell of the eggs

Helbacka et al. (1963) undersøgte, om luftens CO_2 -indhold påvirkede hønernes
ægdelse og de lagte ægs hvide- og skalkvalitet. Hønerne, der gik i plastover-
dækkede bure, blev udsat for en blanding af 5 % CO_2 og 95 % atmosfærisk luft
med 4 l pr. minut i 19 timer; efter en uge under normale forhold fik hønerne sam-
me behandling i 54 timer. Temperaturen var $21^\circ\text{C} \pm 2^\circ$, og hønerne havde ved
forsøgets begyndelse været i produktion i 9 måneder.

Ægproduktion, ægvægt, hvidekvalitet og skaltykkelse blev målt før, under og efter behandling i to undersøgelser. Med de korte tidsintervaller og det lille hønemateriale kunne behandlingens indflydelse på ægdelse ikke afgøres, men der var en stigning i æggenes hvidehøjde og et fald i skaltykkelse under behandlingen samt en mindre stigning i hvidehøjde og en sikker stigning i skaltykkelse i tiden efter behandling i den ene undersøgelse, hvorimod skaltykkelsen ikke blev påvirket i den anden. I den ene undersøgelse målt blodets pH, og der skete et fald fra 7,42 til 7,28 i behandlingsperioden.

Frank og Burger (1965) undersøgte, hvilken indflydelse luftens indhold af kuldioxyd (CO_2) havde på højnernes ægdelse og æggenes skalkvalitet. De satte 50 uger gamle høner i enkeltdyrbure, der var anbragt i klimakamre, hvor luftens CO_2 -tryk (pCO_2) gennem tilsætning af CO_2 var forskelligt - fra 0,3 til 19 mm Hg -; ægvægt, ægantal, skaltykkelse, skalvægt, blodets pH samt højnernes vandforbrug blev registreret.

Ved pCO_2 på henholdsvis 0,3 og 19 mm Hg var pH i blodet 7,48 og 7,40, bikarbonatkoncentrationen var 20,8 og 21,2 mEq pr. l, og pCO_2 i arterieblodet blev målt til 28,3 og 34,8 mm Hg. Der blev konstateret en meget sikker, positiv korrelation mellem pCO_2 og æggenes skaltykkelse. Ægdelse og ægvægt var ikke påvirket af luftens kuldioxydtryk.

Sideløbende med anførte undersøgelse blev foretaget en undersøgelse af skaltykkelsen hos æghøner, der fik drikkevand, tilsat 0,25 % natriumbikarbonat. Høner, der fik foder med normalt indhold af salt (NaCl), lagde æg med samme skaltykkelse som kontrolhønerne, der ikke fik natriumbikarbonat i drikkevandet, medens høner, der fik foder uden tilsætning af salt og dermed foder med et lavt kloridindhold, og som fik deres natriumbehov dækket gennem det til drikkevandet satte natriumbikarbonat, lagde æg, hvis æggeskaller var 6,6 % tykkere end på æg fra kontrolhønerne. En forøgelse af mængden af natriumbikarbonat i drikkevandet havde ingen yderligere effekt.

Mongin (1968) har i et omfattende litteraturstudium undersøgt, hvilken rolle syrebasebalancen i blodet spiller i forbindelse med æggeskaldannelsens fysiologi, og konstateret, at regulering af syrebasebalancen sker, dels gennem en stofskifte-regulering via nyrerne, dels gennem en respiratorisk regulering via lungerne.

Ved konstant partiel CO_2 (pCO_2) i blodet vil et stigende pH, der er lig med faldende surhedsgrad, resultere i et stigende indhold af bikarbonation (HCO_3^-), hvilket er organismens reaktion i et forsøg på at opretholde et konstant pH i blodet, og

denne regulering af pH sker over stofskiftet. Ved konstant pH i blodet vil et stigende $p\text{CO}_2$ resultere i et stigende indhold af HCO_3^- , og denne regulering sker over respiratoren. Respiratoren påvirkes således af 2 parametre - nemlig blodets koncentration af H^+ -ioner og luftens $p\text{CO}_2$.

Et æg med 5 g skal indeholder 100 mEq karbonationer, der stammer fra 50 mEq bikarbonationer; der er en nøjesammenhæng mellem skaldannelse (Ca^{++} og HCO_3^- til rådighed) og blodets syre-basebalance, hvorfor mængden af CaCO_3 , der aflejres som skal, sandsynligvis falder gennem de timer, ægget opholder sig i uterus.

Forfatteren mener, at når blodets syre-basebalance har betydning for skaldannelsen, må $p\text{CO}_2$ enten direkte eller indirekte påvirke skalstyrken, hvorfor der er grund til at antage, at en medvirkende faktor til en forringelse af skalstyrke i de varmeste sommermåneder skyldes en nedsættelse af blodets $p\text{CO}_2$ som følge af, at hønerne øger deres åndedrætsfrekvens for at holde kropstemperaturen konstant gennem udskillelse af vanddampe. Den højere åndedrætsfrekvens vil imidlertid ud over øget udskillelse af CO_2 medføre en reduktion af HCO_3^- i blodet, hvilket vil føre til en reduktion i skalkvaliteten med stigende temperatur. Hertil kommer, at ventilation af hønsehuset må øges for at fjerne de ekstra vanddampe fra huset, dette medfører måske en nedsættelse af luftens $p\text{CO}_2$, hvilket vil have en negativ indflydelse på blodets $p\text{CO}_2$ og følgelig også på dets koncentration af HCO_3^- , hvilket som slutresultat vil medføre en svækkelse af æggenes skalkvalitet. Det konkluderes, at dersom kalcium er den første begrænsende faktor ved skaldannelse, så er bikarbonation den anden, og at såvel miljø som avl og fodring bør tages i betragtning ved forbedring af æggenes skalkvalitet.

Petersen (1971) undersøgte, hvilken indflydelse højnernes alder, daglængde og temperatur i hønsehuset havde på æggenes skalkvalitet. Til forsøget blev brugt Hvid Italiener høner, udruget ved forårs- og efterårsjævn døg, og kyllingerne fra begge rugninger blev opdrættet ved de samme lysprogrammer og fodret ens. I æglægningsperioden gik halvdelen af hønerne fra hver rugning i en afdeling med 13 timers lys pr. døg om vinteren, stigende til 17 1/2 time ved midsummer, hvorefter der i resten af forsøgsperioden var 17 1/2 times konstant lys pr. døg. Den anden halvdel af hønerne fra hver rugning gik i en afdeling af forsøgshuset, hvor der i hele æglægningsperioden var 17 1/2 times lys pr. døg. Alle høner blev i æglægningsperioden fodret og passet ens.

Til ægundersøgelserne blev 7 gange indsamlet én dags ægproduktion fra alle høner - første gang, da hønerne var 28 uger, og sidste gang, da de var 68 uger gamle; ægindsamlingen blev foretaget, så hønerne uanset udrugningstidspunkt var lige gam-

le på indsamlingstidspunkterne og således, at de tre sidste indsamlinger af forårs-udrugede høners æg blev foretaget på samme dag, som de tre første af de efterårs-udrugede høners æg blev indsamlet. Herved blev opnået æg af høner af to forskellige aldre, der var fodret ens og gik ved samme temperatur og i øvrigt udsat for nøjagtig samme miljø. Æggenes skalkkvalitet blev bestemt som procent skal af det hele æg.

Undersøgelsen viste, at skalkkvaliteten var signifikant ($P < 0,001$) påvirket af de i opdrætningsperiodens fra 0-20 uger anvendte lysprogrammer og udrugningstidspunkt. Høner, opdrættet ved 12 timers konstant lys pr. dag, lagde æg med den bedste skalkkvalitet, og inden for lysprogrammer lagde høner, udruget om efteråret, æg med bedre skalkkvalitet end de, der var udruget om foråret. Høner, der gik ved 17 1/2 times konstant lys i æglægningsperioden, lagde æg med signifikant dårligere skalkkvalitet ($P < 0,01$) end hønerne, der om vinteren fik 13 timers lys pr. døgn.

Virkningen af hønerens alder, daglængde i æglægningsperioden og temperatur i hønsehuset på æggenes skalkkvalitet blev ved hjælp af en multipel regressionsanalyse adskilt og kvantificeret. Denne analyse afslørede, at æggenes skalprocent faldt med 0,0026 %, for hver dag hønerne blev ældre inden for perioden fra 194 til 476 dage. Den viste også, at skalprocenten faldt med 0,0266 %, for hver gang daglængden i æglægningshuset blev øget med 1 time, i området fra 13 til 17 1/2 times lys pr. døgn. Endvidere viste det sig, at æggenes skalkkvalitet faldt med 0,0194 % skal, for hver gang temperaturen blev øget 1°C, i området fra 12,2 til 21,5°C.

Det er ikke muligt at påvirke effekten af hønerens alder på æggenes skalkkvalitet; en nedsættelse af temperaturen i hønsehuset vil gavne skalkkvaliteten, men øge foderforbruget. Den enkleste måde, hvorpå æggenes skalkkvalitet kan forbedres og til lige en omkostningsfri for ikke at sige en omkostningsbesparende måde, er at sørge for, at daglængden i æglægningshusene er så kort, at hønerne lige præcis får dækket deres behov for lys til optimal æglægning, hvilket allerhøjst er 13 timer pr. dag.

Scholtyssek (1975) undersøgte driftsystemers indflydelse på æggenes kvalitet; de undersøgte æg kom fra høner, der gik i bur, og fra høner, der gik på gulv. Hønerne var huset i samme hus og fik samme foderblanding i en periode på 3/4 år; undersøgelsens resultater fremgår af følgende opstilling:

Driftsystem	<u>1. undersøgelse</u>		<u>2. undersøgelse</u>	
	bur	gulv	bur	gulv
Kvalitetskriterier:				
Ægvægt, g	65,9	65,8	65,3	65,1
Skalstyrke, kg pr. cm ²	2,70	2,85	3,26	3,25
Hvidehøjde, mm	4,20	3,99	5,49	5,39
Blomme, %	30,2	29,4	30,0	29,9
Skal, %	8,8	9,0	9,0	8,9
A-vitamin, i.e. pr.g	27,4	27,3	28,7	26,4

I den første undersøgelse havde æggene fra høner i bur 5,5 % ringere skalstyrke end æggene fra høner på gulv; denne forskel på æggenes skalstyrke på grund af driftsystem blev ikke bekræftet i den anden undersøgelse; men undersøgelserne tyder på, at høner i bur ikke behøver mere kalcium i deres foder end høner på gulv.

Petersen et al. (1977) undersøgte, om æglæggende høners kalciumbehov varierede med temperaturen. Forfatterne husede høner ved henholdsvis 15,5 og 23,3°C, fra de var 26 til 44 uger gamle, og fodrede dem med foder, indeholdende fra 2,75 til 3,75 % Ca.

Hverken temperatur eller kalciumoptagelse påvirkede ægydelse eller ægvægt, men foderoptagelsen blev nedsat med 5,3 % som følge af den høje temperatur, og følgende blev foderomsætningen tilsvarende forbedret.

Ved 15,5°C steg æggenes skalkvalitet med foderets stigende kalciumindhold; en sådan virkning af foderets stigende kalciumindhold blev ikke observeret ved den høje temperatur, tværtimod konstateredes en svag reduktion i æggenes vægtfylde med 3,75 % Ca i foderet.

KAPITEL II

Chapter II

Forsøgsplan og metode

Experimental plan and method

Forsøget blev udført som et 6 x 2 faktorielt forsøg med 2 parallelhold á 20 høner pr. forsøgsbehandling; den ene faktor var 6 kalciumniveau'er - nemlig 1,8, 2,2, 2,6, 3,0, 3,4 og 3,8 % kalcium i foderet, og den anden faktor var 2 kalciumkilder - kridt og østersskaller - inden for hvert kalciumniveau.

Forsøget blev udført efter følgende plan:

<u>Forsøgsplan</u>						
Experimental plan						
Hold:	13+25	14+26	15+27	16+28	17+29	18+30
Kalciumkilde:	<u>Kridt</u>					
Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Hold:	19+31	20+32	21+33	22+34	23+35	24+36
Kalciumkilde:	<u>Kridt + 2,5 % østersskaller</u>					
Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8

Østersskallerne blev blandet i forsøgsfoderblandingerne, der var fremstillet som fuldfoderblandinger; hønerne havde ikke adgang til andet kalcium end det, der var i disse foderblandinger. Forsøgsfoderblandingerne blev fremstillet, så de alle havde samme energiindhold.

Det med foderets stigende kalciumindhold faldende energiindhold blev udjævnet - hovedsageligt gennem forøgelse af blandingerens indhold af fedt på bekostning af byg og majs. Dablandingerne blev fremstillet, så de dækkede hønerne aminosyrebehov, og således, at alle blandinger praktisk taget havde samme aminosyre/energi-forhold, blev det fra byg og majs manglende protein kompenseret med sojaskråprotein. De til forsøget anvendte blandinger havde den i tabel 1 anførte sammensætning.

Tabel 1

Foderblandingerne sammensætning

Table 1

Composition of the experimental diets

Blanding:		K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Byg	%	58,0	53,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Majs	%	13,4	17,7	19,2	16,6	13,8	11,1
Fedt, animalsk	%	3,0	3,0	3,3	4,0	4,8	5,6
Sojaskrå, toasted	%	10,6	10,6	10,8	11,6	12,3	13,0
Grønmel	%	6,0	5,7	5,6	5,7	6,0	6,2
Kridt	%	3,1	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
Basalfoder	%	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
I alt	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
kcal OE pr. kg foder		2800	2800	2800	2800	2800	2800
% råprotein		15,7	15,5	15,5	15,6	15,7	15,8
% Ca		1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8

Blanding:		K+Ø 1	K+Ø 2	K+Ø 3	K+Ø 4	K+Ø 5	K+Ø 6
Byg	%	58,0	53,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Majs	%	13,4	17,7	19,2	16,6	13,8	11,1
Fedt, animalsk	%	3,0	3,0	3,3	4,0	4,8	5,6
Sojaskrå, toasted	%	10,6	10,6	10,8	11,6	12,3	13,0
Grønmel	%	6,0	5,7	5,6	5,7	6,0	6,2
Kridt	%	0,6	1,6	2,7	3,7	4,7	5,7
Østersskaller	%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Basalfoder	%	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
I alt	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
kcal OE pr. kg foder		2800	2800	2800	2800	2800	2800
% råprotein		15,7	15,5	15,5	15,6	15,7	15,8
% Ca		1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8

Gennem basalfoderet blev foderblandingerne pr. 100 kg tilsat 2,00 % fiskemel, askéfattigt, 2,00 % kød-benmel, askéfattigt, 0,90 % dicalciumfosfat, 0,44 % salt, 0,05 % mangansulfat, 0,01 % zinkoxyd og 0,50 % vitaminpremix.

Foderblandingerne blev opfodret som melfoder, og højerne havde fri adgang til foder og vand. Forsøgshøjerne blev indsat i et rent, nykalket hus og gik på gulv, strøet med hvedehalm (dybstrøelse) i hele forsøgsperioden. Hvert forsøgsrum var udstyret med gødningskumme, siddestænger over gødningskummen, fodertrug, automatisk vandning og 8 reder til enkelt dyrkontrol.

Forsøget blev udført med Hvid Italiener høner, der var 23 uger gamle ved forsøgsperiodens start, og de fik de i tabel 1 anførte foderblandinger i 10 perioder á 28 dage; højerne var således 63 uger gamle, da forsøget blev afsluttet. Under for-

søget var hønerne i enkelt dyrkontrol, og de indsamlede æg blev vejede holdvis den følgende dags morgen. Ved afslutning af hver forsøgsperiode blev de enkelte holds foderforbrug gjort op, og ligeledes blev foderforbruget pr. høne gjort op på grundlag af hønedagsregnskab. Undersøgelsen for skalkvalitet omfatter alle æg, lagt den sidste mandag i hver af de 10 forsøgsperioder, i alt blev undersøgt 3,6 % af hele ægproduktionen. De indsamlede æg, der var mærket med de respektive høners nummer, blev vejede enkeltvis tirsdag morgen, hvorefter æggene blev slået ud, æggeskallerne vasket fri for hviderest samt lufttørret; efter tørringen blev æggeskallen vejede, og skalprocenten beregnet, og den er brugt som parameter for æggeskallernes kvalitet. Forsøgets resultater er opgjort som en opsummering af hele forsøgsperioden.

Forsøgets resultater

Experimental results

Analysen af foderblandingerne viste, at såvel indhold af omsættelig energi som indhold af protein svarede til det forventede indhold, og det samme var tilfældet med blandingerne indhold af kalcium. Antal æg pr. høne er anført i tabel 2.

Tabel 2 Kalciummængde og kalciumkildes indflydelse på antal æg pr. høne

Table 2 The effect of calcium level and calcium source on number of eggs/hen

Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Kalciumkilde:	Antal æg pr. høne					
Kridt	207	212	203	214	212	203
Kridt + østersskaller	211	214	212	196	204	206
Antal æg, gns.	209	213	208	205	208	205
% lægning	74,6	76,1	74,3	73,2	74,3	73,2

Af tabel 2 fremgår, at hønerne har haft en rimelig høj ægdelse, og i gennemsnit af alle hold er ægdelsen 208 æg pr. høne, svarende til 74 % lægning. Hverken kalciummængde eller -kilde har haft indflydelse på ægdelsen, og der blev heller ikke fundet vekselvirkning mellem kalciummængde og -kilde på ægdelsen, ligesom der heller ikke var signifikant forskel på parallelholdene.

Af tabel 3 ses nogen variation i æggenes størrelse; æggene fra høner, der fik kalcium fra kridt, vejede i gennemsnit 57,8 g, og de fra hønerne, der fik kridt + østersskaller, 57,4 g eller en forskel på 0,4 g. En variansanalyse viste, at hver-

ken kalciummængde eller -kilde havde nogen statistisk sikker indflydelse på æggenes størrelse, ligesom der heller ikke var nogen vekselvirkning mellem disse to forsøgsfaktorer og æggenes størrelse; af totalvariationen kunne kun 0,1 % tillægges variation mellem parallelholdene.

Tabel 3 Kalciummængde og kalciumkildes indflydelse på æggenes størrelse, g

Table 3 The effect of calcium level and calcium source on egg size, g

Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Kalciumkilde:	Ægvægt, g					
Kridt	58,1	58,0	57,3	57,7	57,8	57,9
Kridt + østersskaller	56,3	57,4	57,1	58,2	58,1	57,1
Ægvægt, g, gns.	57,2	57,7	57,2	57,9	58,0	57,5

Tabel 4 Kalciummængde og kalciumkildes indflydelse på kg æg pr. høne

Table 4 The effect of calcium level and calcium source on egg mass in kg

Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Kalciumkilde:	kg æg pr. høne					
Kridt	12,0	12,3	11,6	12,3	12,3	11,7
Kridt + østersskaller	11,9	12,3	12,1	11,4	11,8	11,8
kg æg, gns.	11,9	12,3	11,9	11,9	12,1	11,7

Tabel 4 viser, at foderets kalciumindhold ingen synderlig indflydelse har haft på kg æg pr. høne, det samme er tilfældet, når det gælder kalciumkilde. Med kridt i foderet lagde hønerne i gennemsnit 12,0 kg æg, og med kridt + østersskaller var ydelsen 11,9 kg æg pr. høne. Der er ingen vekselvirkning mellem forsøgsfaktorer og kg æg og heller ingen sikker forskel på parallelhold.

At forsøgsbehandlingen ingen indflydelse har haft på antal æg pr. høne, æggenes størrelse eller kg æg pr. høne, gør, at en eventuel forskel på skalkvaliteten ikke kan forklares med variation i disse produktionsparametre.

Det ses umiddelbart af tabel 5, at foderets stigende kalciumindhold ingen indflydelse har haft på hønernes foderoptagelse, ligesom kalciumkilden heller ingen indflydelse har haft i denne henseende. Der er heller ikke fundet vekselvirkning mellem forsøgsfaktorer og foderoptagelsen, ligesom der heller ikke var signifikant forskel på parallelhold.

Tabel 5 Kalciummængde og kalciumkildes indflydelse på kg foder pr. høne

Table 5 The effect of calcium level and calcium source on kg food per pullet

Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Kalciumkilde:	kg foder pr. høne					
Kridt	35,8	35,6	34,9	36,3	36,2	35,7
Kridt + østersskaller	35,5	34,5	35,9	35,1	35,6	35,8
kg foder, gns.	35,6	35,1	35,4	35,7	35,9	35,7
g foder pr. høne pr. dag	127	125	126	127	128	127

Tabel 6 Kalciummængde og kalciumkildes indflydelse på kg foder pr. kg æg

Table 6 The effect of calcium level and calcium source on kg food per kg egg

Kalcium, %	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Kalciumkilde:	kg foder pr. kg æg					
Kridt	2,98	2,91	3,00	2,95	2,95	3,04
Kridt + østersskaller	2,99	2,81	2,97	3,07	3,01	3,05
kg foder pr. kg æg, gns.	2,98	2,86	2,98	3,01	2,98	3,04

Af resultaterne i tabel 6 ses, at hverken kalciummængde eller -kilde havde syn-
derlig indflydelse på foderforbruget pr. kg æg; i gennemsnit brugte hønerne knap
3 kg foder pr. kg æg.

Dødeligheden i hønebesætningen kan være en økonomisk belastende faktor, i dette
tilfælde døde i alt 12 høner ud af 480, svarende til 2,5 %; dødeligheden var jævnt
fordelt på alle hold, og deraf fremgår, at foderets kalciumindhold eller -kilde in-
gen indflydelse havde på hønernes livskraft.

Af tabel 7 fremgår, at med kridt som kalciumkilde har æggene fra høner, der fik
1,8 til 3,0 % kalcium i foderet, praktisk taget haft samme skalkkvalitet. Ved at
øge foderets kalciumindhold yderligere til 3,4 og 3,8 % Ca er skalkkvaliteten ble-
vet tydelig forbedret. Hos hønerne, der fik kalciumforsyning gennem både kridt
og østersskaller, blev skalkkvaliteten gradvis forbedret ved at øge foderets Ca-ind-
hold fra 1,8 til 3,0 % Ca; større mængder kalcium i foderet gav ingen yderligere
forbedring af skalkkvaliteten. Hønerne har med foderets stigende kalciumindhold
optaget en stigende mængde kalcium fra ca. 650 til ca. 1360 g kalcium pr. høne. I
henhold til Romanoff og Romanoff (1949) består en æggeskal af 95 % uorganisk
materiale, af hvilket 98,4 % er kalciumkarbonat. Da kalcium udgør 40 % af kal-
ciumkarbonatet, vil 37,4 % af en æggeskals totale vægt være kalcium. Ud fra kg

æg pr. høne og procent skal og med kendskab til æggeskallens procentiske indhold af kalcium er kalciummængden, aflejret i æggenes skal, beregnet. Det viser sig, at uanset foderets kalciumindhold eller den anvendte kalciumkilde har alle hold aflejret praktisk taget samme mængde kalcium i æggenes skal – nemlig i gennemsnit 420 g Ca.

Kalciumudnyttelsen, der i % angiver, hvor meget af det fortærede kalcium, der er aflejret i æggenes skal, er aftagende med foderets stigende kalciumindhold. Med de tre mindste mængder kalcium i foderet er kalciumudnyttelsen forbedret lidt gennem anvendelse af østersskaller.

Tabel 7 Æggenes skalprocent, mængden af fortæret kalcium
samt kalcium aflejret i æggeskallerne

Table 7 Per cent shell of the eggs, calcium consumed, and calcium deposited in the shell of the eggs

<u>Kalciumkilde: Kridt</u>							
Kalcium,	%	1, 8	2, 2	2, 6	3, 0	3, 4	3, 8
Skalprocent		9, 20	9, 28	9, 21	9, 28	9, 57	9, 48
Kalcium optaget,	g	644	784	907	1089	1230	1356
Kalcium i skal,	g	414	426	401	428	439	416
Kalciumudnyttelse,	%	64, 3	54, 2	44, 2	39, 3	35, 7	30, 7

<u>Kalciumkilde: Kridt + østersskaller</u>							
Skalprocent		9, 27	9, 41	9, 49	9, 58	9, 42	9, 52
Kalcium optaget,	g	638	759	934	1052	1211	1360
Kalcium i skal,	g	411	432	430	408	417	418
Kalciumudnyttelse,	%	64, 4	56, 8	46, 0	38, 8	34, 4	30, 8

Diskussion

Discussion

Antal æg pr. høne

Number of eggs per hen

Under de beskrevne forsøgsbetingelser viste forsøget, at hverken foderets kalciumindhold eller kalciumkilde øvede indflydelse på hønernes ægydelse, opgjort som antal æg pr. høne. At foderets kalciumindhold inden for de her anvendte mængder ikke øver indflydelse på ægydelsen, er i overensstemmelse med resultater, rappor-

teret af Holder og Sullivan (1973) og Kuhl et al. (1977), men er ikke i overensstemmelse med Scott et al. (1977), der fandt, at stigende kalciumindhold trykkede ægdydelsen, og ej heller i overensstemmelse med Gleaves et al. (1977), der fandt, at stigende kalciumindhold bevirkede en stigende ægdydelse. Med hensyn til kalciumkilden fandtes i nærværende forsøg ingen nævneværdig forskel på ægdydelsen, hvad enten hønerne fik dækket deres kalciumforbrug gennem kridt eller gennem kridt + østersskaller, hvilket falder sammen med resultater, rapporteret af Quisenberry og Walker (1970) og Kuhl et al. (1977), men ikke med Roland og Harms (1973), der fandt, at anvendelse af østersskaller på bekostning af kridt havde en negativ indflydelse på ægdydelsen om sommeren; om vinteren blev der dog ikke observeret forskel.

Æggenes størrelse

Size of the eggs

Foderets kalciumindhold eller de anvendte kalciumkilder havde ingen reel indflydelse på den gennemsnitlige ægvægt. At foderets kalciumniveau ikke øver indflydelse på æggenes størrelse, er i overensstemmelse med resultater, offentliggjort af Holder og Sullivan (1973), Scott et al. (1977), Gleaves et al. (1977) og Kuhl et al. (1977). Når det gælder kridts contra østersskallers indflydelse på ægvægten, rapporterede Kuhl et al. (1977) i modsætning til resultaterne i nærværende forsøg, at østersskaller resulterer i større æg, end der opnås med ene kridt som kalciumkilde.

kg æg pr. høne

Egg mass per hen

Forsøget viste, at foderets kalciumindhold ikke påvirkede ægdydelsen, angivet som kg æg pr. høne, medens Scott et al. (1977) fandt, at kg æg pr. høne faldt med foderets stigende kalciumindhold. Forsøget viste også, at kg æg pr. høne var upåvirket af, om foderets kalciumindhold kom fra kridt eller kridt + østersskaller, hvilket stemmer overens med resultater, rapporteret af Kuhl et al. (1977).

Foderoptagelse, kg foder pr. høne

Food consumption, kg food per pullet

Hønernes foderoptagelse var i nærværende forsøg upåvirket af foderets kalciumindhold, hvilket er sammenfaldende med resultater, offentliggjort af Gleaves et al.

(1977), medens Scott et al. (1977) fandt, at stigende kalciumindhold i foderet resulterede i faldende foderoptagelse; kalciumkilden havde heller ingen indflydelse på foderoptagelsen i nærværende forsøg, hvilket stemmer overens med observationer, gjort af Roland og Harms (1973).

Foderomsætning, kg foder pr. kg æg

Food conversion, kg food per kg egg

Foderomsætningen var i dette forsøg, hvor der blev anvendt isoenergetiske foderblandinger, upåvirket af foderets kalciumindhold; lignende resultater er rapporteret af Holder og Sullivan (1973) og Kuhl et al. (1977), hvorimod Scott et al. (1977) i deres forsøg fandt et stigende foderforbrug pr. kg æg med foderets stigende kalciumindhold, selv om også de anvendte isoenergetiske blandinger i deres forsøg. Foderomsætningen var ligeledes upåvirket af kalciumkilden, hvilket stemmer overens med resultater, rapporteret af Quisenberry og Walker (1970) samt Kuhl et al. (1977), hvorimod Scott et al. (1971) fandt, at anvendelse af østersskaller på bekostning af kridt øgede foderforbruget pr. kg æg.

Hønedødeligheden

Mortality

Afgangen blandt hønerne på grund af dødelighed var upåvirket af såvel foderets kalciumindhold som dets kalciumkilde. Young et al. (1964) og Gleaves et al. (1977) fandt en tendens til stigende dødelighed med foderets stigende kalciumindhold, og Young et al. rapporterer, at denne tendens især gør sig gældende, når hønerne er opdrættet på et foder med højt kalciumindhold og lavt fosforindhold. Quisenberry og Walker (1970) fandt ligesom i nærværende forsøg, at hønedødeligheden var upåvirket af kalciumkilde.

Æggenes skalkvalitet

The quality of the shell of the eggs

I tabel 7 ses, at æggenes skalprocent var stigende med foderets stigende kalciumindhold, og en variansanalyse viste, at denne stigning var meget sikker ($P < 0,01$), hvilket er i overensstemmelse med resultater, offentliggjort af Pedersen (1972) og Gleaves et al. (1977), der anvendte foder, indeholdende fra 1,5 til 4,5 % Ca, samt Kuhl et al. (1977), der varierede foderets kalciumindhold fra 2,5 til 3,5 % Ca. Derimod fandt Holder og Sullivan (1973) og Scott et al. (1977), hvor de før-

ste brugte foder, indeholdende fra 2,5 til 3,5 % Ca, og Scott et al. foder fra 2,5 til 5,0 % Ca, at kalciumindhold inden for disse grænser ingen indflydelse øvede på æggenes skalkkvalitet.

Ligeledes fremgår af tabel 7, at anvendelse af østersskaller i foderet på bekostning af kridt havde en gavnlig virkning på skalkkvaliteten; variansanalysen viste en meget sikker ($P < 0,01$) gunstig indflydelse af østersskallerne på skalkkvaliteten. Dette resultat stemmer overens med resultater, rapporteret af Quisenberry og Walker (1970), Scott et al. (1971), Pedersen (1972), Roland og Harms (1973), medens Bezpa et al. (1974) og Kuhl et al. (1977) ingen virkning fandt på skalkkvaliteten ved anvendelse af østersskaller som kalciumkilde i stedet for kridt, og Scott et al. (1971) fandt, at den største forbedring af skalkkvaliteten blev opnået ved at dække højnernes kalciumbehov med $1/3$ eller $2/3$ kridt + $2/3$ eller $1/3$ østersskaller; dækning af kalciumbehovet med østersskaller eller kridt alene gav ringere skalkkvalitet end kombinationen af kridt + østersskaller, selv om både kridt og østersskaller i alle 4 tilfælde var pulveriseret.

Pedersen (1972) rapporterede, at østersskallernes gavnlige virkning på skalkkvaliteten kun forekom med 1,5 og 2,5 % kalcium i foderet; med større mængder kalcium i foderet var skalkkvaliteten upåvirket af, om højnernes fik kalcium fra kridt eller kridt + østersskaller. Kuhl et al. (1977) påviste, at østersskallers gunstige virkning på skalkkvaliteten skyldtes, at østersskaller har en større partikelstørrelse end kridt, og at skalkkvaliteten også forbedres ved at anvende kridt af samme partikelstørrelse som østersskaller.

Yderligere fremgår af tabel 7, at østersskallerne i overensstemmelse med Pedersen (1972) har haft den største skalkkvalitets forbedrende virkning ved de lavere indhold af kalcium i foderet og praktisk taget ingen – om overhovedet nogen – ved de to højeste kalciumniveauer.

Virkningen af foderets kalciumindhold og de anvendte kalciumkilder på æggenes kvalitet i dette forsøg stemmer i det store og hele udmærket sammen med de resultater, der findes i litteraturen. Når anvendelse af østersskaller i nogle tilfælde ingen virkning havde på skalkkvaliteten, synes årsagen at være, at østersskallernes specielle virkning på skalkkvaliteten er blevet undertrykt af for højt kalciumindhold i foderet; dette forhold er der rapporteret om i flere tilfælde og har også vist sig i nærværende forsøg, hvor en variansanalyse viste, at der var en meget sikker vekselvirkning ($P < 0,01$) mellem foderets kalciumindhold og -kilde på æggenes skalkkvalitet. For at undersøge dette forhold nærmere blev for hver kalciumkilde foretaget en regressionsanalyse, hvor % Ca og % Ca^2 var de uafhængigt variable og

procent skal den afhængigt variable. Analysen førte til følgende ligninger:

Kalciumkilde: Kridt

$$\% \text{ skal} = 9,58 - 0,387X_1 + 0,100X_2; \quad R^2 = 0,63$$

Kalciumkilde: Kridt + østersskaller

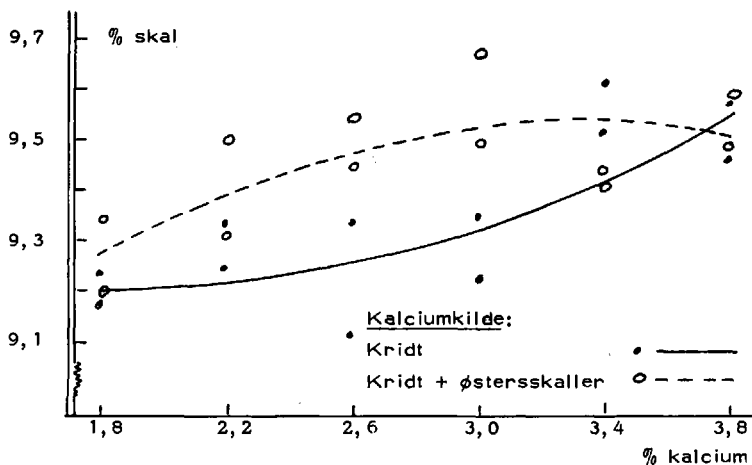
$$\% \text{ skal} = 8,29 + 0,742X_1 - 0,111X_2; \quad R^2 = 0,49, \quad \text{hvor}$$

$$X_1 = \% \text{ kalcium i foderet og } X_2 = X_1^2$$

Af kurverne på figur 1 ses, at anvendelse af østersskaller navnlig har en gavnlig virkning på æggenes skalkvalitet ved lavt indhold af kalcium i foderet. Af kurverne fremgår også, at der kan opnås samme skalkvalitet med kridt som med kridt + østersskaller i foderet, blot foderets kalciumindhold er større. Det fremgår af kurverne, at en skalprocent på 9,4 kan opnås med godt 2,2 % kalcium i foderet, et indhold, der blev opnået med 1,6 % kridt og 2,5 % østersskaller, samme skalprocent blev opnået med knap 3,4 % kalcium i foderet og med kridt som kalciumkilde.

Fig. 1 Kalciumniveauets og kalciumkildens indflydelse på æggenes skalkvalitet

The influence of calcium level and calcium source on the quality of the shell of the eggs



Højnernes behov for kalcium til optimal skalkkvalitet synes således ikke blot at være et spørgsmål om foderets kalciumindhold, men også, om dette kalcium er tilsat foderet i form af kridt, eller at en del af det er tilsat i form af østersskaller. Denne forskel på virkningen af pulveriseret kridt og groft struktureret østersskaller kan - jfr. Scott et al. (1971) - skyldes, at kalcium fra østersskallerne frigives langsommere end fra kridt og derfor er til rådighed for skaldannelse over en længere periode, hvilket kan have betydning, når skaldannelsen finder sted sidst på natten. Kuhl et al. (1977) har vist, at groft struktureret kridt også giver bedre skalkkvalitet end pulveriseret. Det må derfor antages, at en del af østersskallerne gavnlige virkning på skalkkvaliteten - om ikke hele virkningen - skyldes, at højnernes får østersskallerne i en grov struktur, medens kridt normalt anvendes i foderblandinger som et pulveriseret produkt.

Scott et al. (1971) og Roland og Harms (1973) anførte, at anvendelse af østersskaller som kalciumkilde havde en særlig gavnlig virkning i den varme del af året. I nærværende forsøg blev højnernes sat i forsøg den 21. september, og de første æg til undersøgelse for skalkkvalitet blev indsamlet den 17. oktober, og den sidste og 10. indsamling fandt sted den 26. juni. De to sidste indsamlinger af æg til undersøgelse fandt således sted i en periode med en relativ høj temperatur. Samtidig er højnernes blevet ældre, hvilket også har en negativ indflydelse på æggenes skalkkvalitet - jfr. Petersen (1971). Det kunne derfor formodes, at tilbagegangen i æggenes skalkkvalitet med stigende højnealder og stigende temperatur havde været mindre hos æg fra højnere, der fik dækket en del af kalciumforbruget gennem østersskaller; det var imidlertid ikke tilfældet, som det fremgår af figur 2, der viser, at tilbagegangen i skalkkvalitet er praktisk taget ens med de to kalciumkilder.

De aktuelle, gennemsnitlige skalprocenter ved hver undersøgelse (Fig. 2) er indtegnet, og ved hjælp af regressionsanalysen er tilbagegangen i skalkkvalitet pr. uge beregnet. Disse beregninger viser, at skalprocenten hos æg fra højnere, der fik kalcium gennem kridt, faldt 0,0155 %, og hos æg fra højnere, der fik kalcium gennem kridt + østersskaller, faldt den med 0,0172 % for hver uge, højnernes blev ældre. Dette svarer til et fald på henholdsvis 0,0022 og 0,0025 % pr. dag, hvilket er af samme størrelsesorden (0,0026 %), som rapporteret af Petersen (1971). Højnernes tilbagegang i skalkkvalitet fra alderen 27 til 63 uger kan i nærværende forsøg beskrives ved følgende ligninger:

Kalciumkilde: Kridt

$$\% \text{ skal} = 10,04 - 0,0155 \times \text{alder i uger}; \quad r^2 = 0,79$$

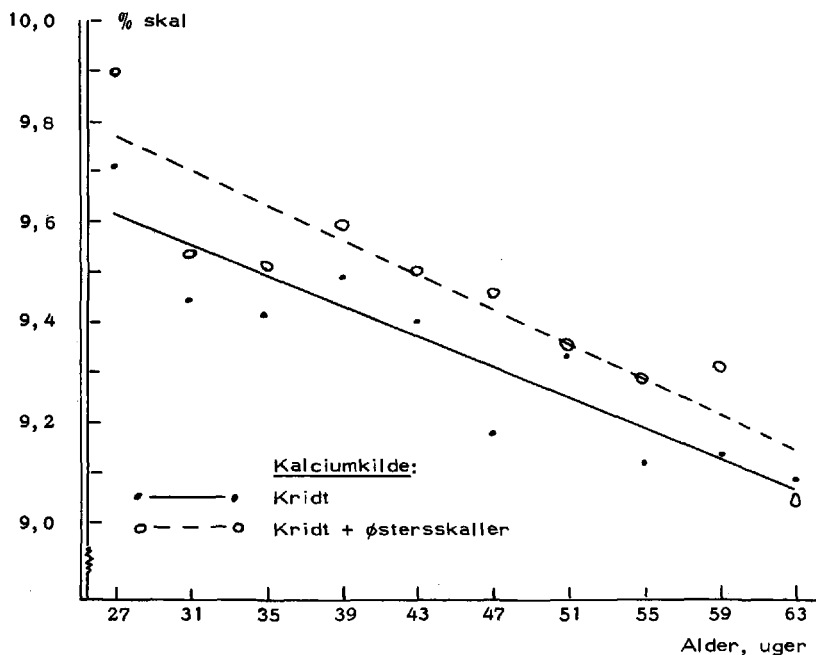
Kalciumkilde: Kridt + østersskaller

$$\% \text{ skal} = 10,22 - 0,0172 \times \text{alder i uger}; \quad r^2 = 0,87$$

Af regressionskoefficienterne og de på figur 2 indtegnede regressionskurver ses, at anvendelse af østersskaller som kalciumkilde ikke har formindsket den med tiltagende længde af læggeperioden og stigende temperatur generelt forekommende tilbagegang i æggenes skalkvalitet - snarere tværtimod.

Fig. 2. Æggenes skalprocent i relation til hønerens alder og kalciumkilde

The quality of the shell of the eggs
in relation to age of the pullets and source of calcium



Æggenes fordeling efter skalprocent

Distribution of the eggs in accordance with % shell of the eggs

På grundlag af de enkelte ægs skalprocent, og efter at der er korrigeret for tids-effekt på skalkvaliteten, blev det også undersøgt, om skalprocenten var normalt fordelt inden for hver af de to hønegrupper.

I tabel 8 er vist en række data vedrørende ægundersøgelserne samt standardafvi-gelserne på skalprocent før og efter korrektion for tidseffekten.

Tabel 8 Kalciumkildens indflydelse på æggenes kvalitet
Table 8 The effect of calcium source on the quality of the eggs

Kalciumkilde:	Kridt	Kridt + østerss.
Antal æg undersøgt	1522	1490
Ægvægt, g	58,64	58,16
Hvidehøjde, mm	4,7 ⁺¹ ,05	4,5 ⁺¹ ,05
Kalciumoptagelse, g	1002	992
Kalcium aflejret i skal, g	420	420
Skalvægt, g	5,48 ⁺⁰ ,62	5,50 ⁺⁰ ,60
Skalprocent, ukorrigeret	9,35 ⁺⁰ ,80	9,47 ⁺⁰ ,76
Skalprocent, korrigeret	9,34 ⁺⁰ ,77	9,45 ⁺⁰ ,72
Kalciumudnyttelse, %	41,9	42,3

Det fremgår af tabel 8, at de undersøgte æg fra hønerne, der fik kridt + østers-skaller, var lidt mindre end de, der blev undersøgt fra hønerne, der fik kridt i fo-deret. Denne forskel på 0,48 g er statistisk sikker ($P < 0,05$).

For alle æg var forskellen på de to hønegrupperes ægvægt også 0,48 g. Når der for alle æg ikke blev fundet en statistisk sikker forskel på æggenes vægt på grund af kalciumkilde, kan det skyldes, at æggene blev holdt vejet, og variansanalysen blev beregnet på grundlag af holdgennemsnit. På de undersøgte æg er variansanalysen beregnet på grundlag af de enkelte ægs vægt i g, vejet med en decimals nøjagtighed.

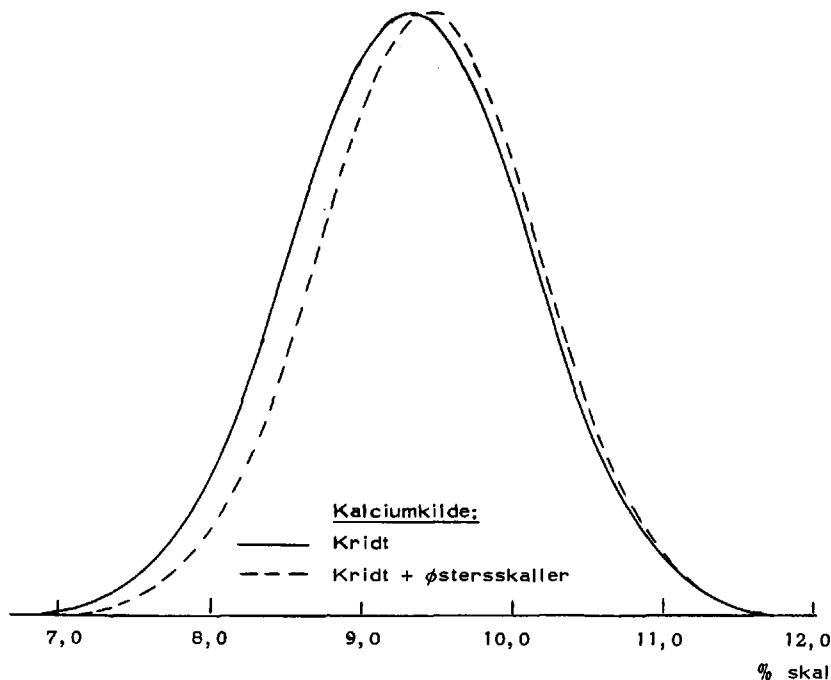
Ligeledes fremgår af tabel 8, at den gennemsnitlige vægt af skallen praktisk taget er ens og med næsten samme standardafvigelse, følgelig ville skalprocenten også have været praktisk taget den samme, uanset om der var anvendt østersskaller som kalciumkilde eller ej, såfremt æggene i de to hønegrupper havde haft samme vægt. Der kan således rejses tvivl om, hvorvidt østersskaller har haft en reel indflydel-se på æggenes skalprocent.

Ved at korrigere skalprocenten for tidseffekt er skalprocentens standardafvigelse reduceret en anelse. Undersøgelsen over skalprocenternes fordeling viste, at de

hos begge hønegrupper var normalt fordelt. På figur 3 er vist æggenes fordelingskurver for hver af de to kalciumkilder.

Fig. 3. Fordelingskurve for skalprocent

Distribution curve for % shell of the eggs



De på figur 3 viste fordelingskurver omfatter alle undersøgte æg fra hver af de to kalciumkilder. Som det fremgår af tabel 8, havde æggene fra hønerne, der fik kridt + østersskaller som kalciumkilde, en lidt højere skalprocent og skalprocenten en lidt mindre standardafvigelse, end tilfældet var hos hønerne, der udelukkende fik kridt som kalciumkilde. Dette forhold bevirker, at der er færre æg med lav skalprocent fra hønerne, der fik kridt + østersskaller, end fra hønerne, der fik kridt, medens antallet af æg med høj skalprocent er ens i de to hønegrupper.

Betragtes alle æg med under 8,5 % skal som værende for tyndskallede, var 14 %

af æggene fra højerne, der fik kridt i foderet, for tyndskallede, medens der kun var 9 % æg med for tyndskal hos den anden gruppe højer, svarende til en reduktion på 33 %.

Den gavnlige virkning af at bruge østersskaller er dog, som det fremgår af tabel 8, et tilsyneladende beregningsmæssigt bedrag, idet højerne uanset kalciumkilde i absolut mål gennemsnitlig har aflejret lige meget æggeskal, og forskellen på skalprocent opstår, fordi der er forskel på æggenes gennemsnitsvægt mellem de to højegrupper. Umiddelbart synes den gavnlige virkning på æggenes skalprocent af at anvende østersskaller altså ikke at være en følge af øget aflejring af kalciumkarbonat, men en reducerende virkning på æggenes størrelse.

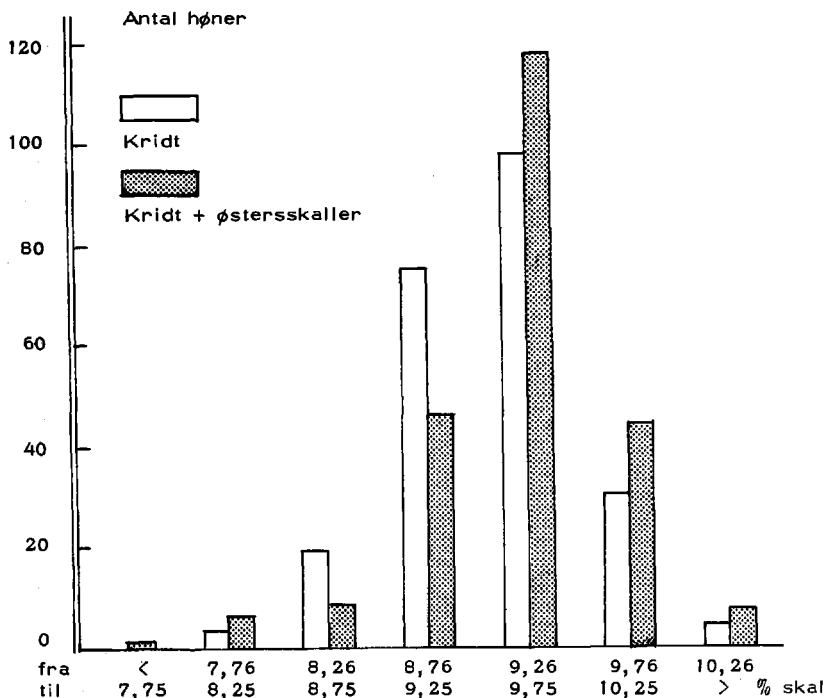
Den i figur 3 viste fordeling af æggene efter skalprocent kunne tyde på, at østersskaller har en individuel virkning, således at de kun forbedre skalkvaliteten hos højer, der lægger æg med tynd skal, medens æggenes skalkvalitet hos højerne, der naturligt lægger æg med tyk skal, er upåvirket af den anvendte kalciumkilde. For at undersøge, om denne antagelse er korrekt, er den gennemsnitlige skalprocent for de enkelte højer beregnet.

Af figur 4 fremgår, at anvendelse af østersskaller ikke har formindsket spredningen for højernenes udnyttelse af deres evner til at producere æggeskal. På den anden side er det tydeligt, at østersskaller ikke er specielt gavnlige for højer, der lægger æg med tynd skal, idet hele højepopulationen, som fik østersskaller, er blevet trykket i retningen af højere skalprocent. Antagelsen om, at årsagen til, at kun venstre side af fordelingskurverne på figur 3 er forskellige på grund af kalciumkilde, skyldes en individuel virkning af østersskaller på højernenes udnyttelse af deres kapacitet til at aflejre skal, synes således ikke at kunne bekræftes.

Det er muligt, at denne bedømmelse af østersskallernes virkning er påvirket af foderets kalciumniveau; for som det fremgår af tabel 7, var der uanset kalciumkilde ingen forskel på æggenes skalprocent hos de to højegrupper, der fik 3,4 og 3,8 % kalcium i foderet. For at belyse dette forhold nærmere er den gennemsnitlige ægvægt, skalvægt og skalprocent opgjort for de højer, der fik de 4 mindste mængder kalcium i foderet, og resultaterne er angivet i tabel 9.

Af tabel 9 fremgår, at der også hos den del af højerne, der fik de 4 laveste mængder kalcium i foderet, var forskel på ægvægten på grund af kalciumkilde; denne forskel er af samme størrelse som for alle højerne i de to grupper. Vægten af skal på æg fra højerne, der fik kridt + østersskaller, er en ubetydelighed større end hos højerne, der fik dækket deres kalciumforbrug med kridt.

Fig. 4. Fordeling af højerne efter deres ægs gennemsnitlige skalprocent
Distribution of layers according to % shell of their eggs



Tabel 9 Æg- og skalvægt med 1,8 til 3,0 % kalcium i foderet

Table 9 Weight of eggs and shell with 1,8 to 3,0 % calcium in the food

Kalciumkilde:		Kridt	Kridt+østerss.
Antal æg undersøgt		1044	992
Ægvægt,	g	58,60 [±] 5,84	58,11 [±] 5,49
Kalciumoptagelse,	g	856	846
Kalcium aflejret i skal,	g	417	420
Skalvægt,	g	5,42 [±] 0,62	5,49 [±] 0,59
Skalprocent		9,25	9,45
Kalciumudnyttelse,	%	48,7	49,6

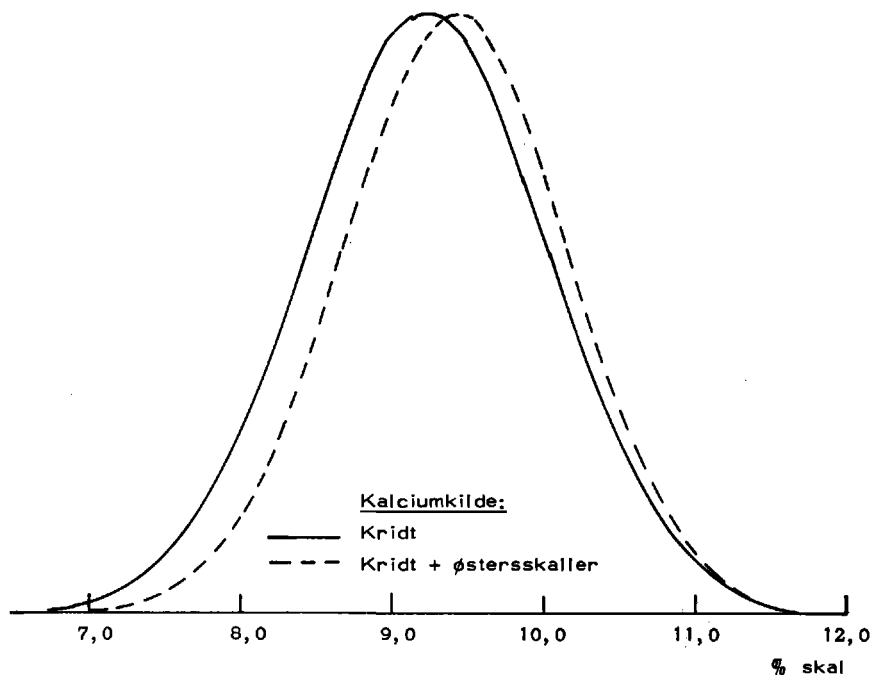
Forskellen på æggenes skalprocent (tabel 9) på grund af de anvendte kalciumkilder skyldes således for halvdelens vedkommende forskel på æggenes størrelse, mens det for den anden halvdel skyldes anvendelse af østersskaller, hvilket dog er mere, end det er tilfældet, når alle æg indgår i opgørelsen.

Skalprocenten af de enkelte æg fra hønerne, der fik 1,8, 2,2, 2,6 og 3,0 % kalcium i foderet, er fordelt, som vist i figur 5.

Fig. 5. Fordelingskurve for skalprocent, de 4 laveste kalciumniveauer

Distribution curve for % shell of the eggs,

The 4 lowest levels of calcium only



Sammenlignet med figur 3, hvor alleskalprocenter er taget med, er det tydeligt at se, at østersskaller har påvirket skalprocenterne mest ved de lavere kalciumniveauer, hvilket ikke skulle være tilfældet, da den aflejrede mængde skal næsten er den samme (tabellerne 8 og 9), uanset om alle æg eller kun den del indgår, som kom fra hønerne med de fire laveste mængder kalcium i foderet.

Da skalprocenten beregnes ved at dividere skalvægt med ægvægt, kan fordelingskurvernes forløb være en følge af, at der er forskel på æggenes vægt på højre og venstre side af kurvernes midterlinier. For at undersøge, om dette er tilfældet, er talmaterialet delt i to grupper med den gennemsnitlige skalprocent som skillelinie for hver kalciumkilde. Resultatet af denne opdeling er vist i tabel 10.

Tabel 10 Ægvægt, skalvægt af æg med skalprocent
under og over den gennemsnitlige skalprocent

Table 10 Weight of egg and shell of eggs with per cent of shell
over and under average % shell

Kalciumkilde: Skalprocent	Kridt		Kridt+østerssk.	
	under	over	under	over
Antal æg	475	569	479	513
Ægvægt, g	59,8	57,6	58,8	57,4
Skalvægt, g	5,14	5,66	5,23	5,73
±	0,60	0,53	0,64	0,53
Skalprocent	8,60	9,83	8,90	9,98
±	0,62	0,45	0,46	0,39

Af tabel 10 fremgår, at æggene, hvis skalprocenter er at finde i venstre side af fordelingskurven (figur 5) uanset kalciumkilde, er større end æggene, hvis skalprocenter er distribueret i højre side af fordelingskurven. Når det af såvel figur 3 som 5 ser ud, som om østersskaller har en særlig virkning hos høner med lav skalprocent, hænger det i hvert fald i nogen grad sammen med, at de undersøgte æg fra hønerne med kridt vejede 1 gmere end æggene fra hønerne, der fik kridt + østersskaller i foderet. Dette forhold, sammenholdt med den større forskel på æggeskalernes vægt under end over den gennemsnitlige skalprocent, gør, at der er større forskel på æggenes skalprocenter på grund af kalciumkilde under end over den gennemsnitlige skalprocent.

For at undersøge, hvor stor den reelle indflydelse af østersskallerne er på aflejringen af æggeskal, er beregnet en lineær regression, hvor ægvægten indgik som den uafhængigt og skalvægten som den afhængigt variable. I denne regression indgik kun æg fra hønerne, der fik kalciumforsyningen gennem kridt. Regressionsa-

analysen gav kvotienten 0,0717, som fortæller, at hver gang ægvægten stiger 1 g, stiger æggeskallens vægt med 0,0717 g; ud fra dette kan æggeskallens vægt beregnes efter følgende formel:

Skalvægt = $1,26 + 0,0717 \times \text{ægvægt i g}$; $r^2 = 0,994^{**}$; r^2 viser, at skallernes vægt forøges efter en fuldstændig ret linie med æggenes stigende vægt.

I tabel 11 er æggenes skalvægt korrigeret til gennemsnittet af de i tabel 10 anførte 4 ægvægte.

Tabel 11 Skalvægt korrigeret til fælles ægstørrelse
Table 11 Weight of shell corrected to common egg size

Kalciumkilde: Skalprocent	Kridt		Kridt+østerssk.	
	under	over	under	over
Ægvægt, g	58,4	58,4	58,4	58,4
Skalvægt, g	5,04	5,72	5,20	5,80
Skalprocent	8,63	9,80	8,91	9,93
Forholdstal	100	100	103	101

Af tabel 11 ses, at højerne, der fik kridt+østersskaller, aflejrede lidt mere skal på æggene end højerne, der fik tilført kalcium i form af kridt. Forbedringen i æggenes skalvægt og -procent andrager 3 % hos højerne, der lægger æg med skalprocent under gennemsnittet og 1 % hos højerne, der lægger æg med skalprocent over gennemsnittet for alle æg.

Der sker således en sikker ($P < 0,01$) om end beskednen forbedring af æggeskallernes kvalitet, når højerne får en del af kalciumforsyningen i form af østersskaller. Ligeledes er det sikkert, at denne virkning af østersskaller er mere målrettet end generel, idet det især er højerne, der lægger æg med tynd skal, som har gavn af at få dækket en del af deres kalciumbehov gennem østersskaller.

Det er en generel iagttagelse, at ægs skalkvalitet er aftagende med æglægningsperiodens tiltagende længde, hvilket ofte udlægges således, at højnernes evne til at aflejre skal er aftagende i takt med tiltagende alder. For at undersøge dette forhold nærmere er beregnet en multipel regression, hvor de uafhængigt variable var højnernes alder på de tidspunkter, da æggene blev undersøgt, samt æggenes vægt, og den afhængigt variable var æggenes skalvægt. Analysen gav følgende regressionskoefficienter:

$$B_{y1.2} = -0,025$$

$$B_{y2.1} = 0,078$$

hvor $B_{y1,2}$ fortæller, at med en konstant ægvægt vil æggeskallens vægt falde med 0,025 g, for hver periode á 4 uger hønerne er blevet ældre, medens $B_{y2,1}$ fortæller, at med en konstant hønealder vil æggeskallens vægt stige 0,078 g, for hver gang æggene bliver 1 g større. Skalvægten er med tiltagende længde af læggeperioden således et resultat af to modsat rettede virkninger – nemlig én, der trækker ned, fordi hønerne bliver ældre, og én, der trækker op, fordi hønerne med stigende alder lægger større æg. Disse høners skalvægt kan beskrives med formelen:

$$\text{Skalvægt} = 0,970 - 0,025 \times \text{læggeperiode} + 0,078 \times \text{ægvægt, g}; \quad \text{hvor} \\ 1 \text{ læggeperiode} = 4 \text{ uger.}$$

I tabel 12 er ved hjælp af denne formel beregnet æggeskallens vægt og skalprocenten ved forskellig ægvægt og læggealder.

Tabel 12 Læggeperiodens længde og ægstørrelsens indflydelse på skalprocenten

Table 12 The influence of length of laying period and egg size on % shell

Ægvægt, g:	50	55	60	65
<u>Læggeperiode 2:</u>				
Skalvægt, g	4,82	5,21	5,60	5,99
Skal, %	9,64	9,47	9,33	9,22
<u>Læggeperiode 14:</u>				
Skalvægt, g	4,52	4,91	5,30	5,69
Skal, %	9,04	8,93	8,83	8,75

Af tabel 12 ses, at skalvægten stiger med æggenes stigende størrelse, men at denne stigning i skalvægten ikke er stor nok til at holde skalprocenten konstant. Såvel skalvægt som skalprocent er faldende med læggeperiodens tiltagende længde; slutresultatet bliver, at både læggeperiodens tiltagende længde og æggenes tiltagende størrelse har en reducerende virkning på æggenes skalprocent.

Roland et al. (1977) rapporterede, at nogle høner trods normal kalciumoptagelse og absorption fra tarm til blod lagde en overvejende del af deres æg som vindæg eller æg med meget tynd skal. På grundlag af de i nærværende forsøg indsamlede data er undersøgt, om høner er i stand til at producere æg med god skalkvalitet på foder med lavt indhold af kalcium. Blandt hønerne, der fik foder med de 4 laveste kalciumindhold, er i hver gruppe udtaget de 8 høner, der lagde æg med den højeste gennemsnitlige skalprocent; høneantallet svarer til 20 % af alle høner i gruppen. I gennemsnit er undersøgt 6,6 æg pr. høne, svarende til, at disse høner på dage, hvor der er indsamlet æg til ægundersøgelse, havde en æglægning på

66 %, herfra går dog de æg, som er gået tabt under undersøgelsen. Til sammenligning skal henvises til, at hele hønepopulationen, som det fremgår af tabel 2, havde en æglægning på 73 %; hønerne, der lagde æg med den bedste skalkvalitet, lagde således højst 7 procentenheder færre æg end gennemsnittet af alle høner. Dette behøver ikke at betyde, at høner, der lægger æg med god skalkvalitet, lægger færre æg end høner med dårlig skalkvalitet, for de 20 % af hønerne, der lagde æg med dårligste skalkvalitet, havde en ægydelse, som på undersøgelsesdagen var 2 procentenheder lavere end gennemsnittet for alle høner.

I tabel 13 er vist den gennemsnitlige skalprocent for de 20 % af hønepopulationen, som lagde æg med den bedste skalkvalitet, dels er skalprocenten anført som fundet, dels korrigeret til alle undersøgte ægs gennemsnit svægt i følge den tidligere anførte formel.

Tabel 13 Kalciumniveau'ets indflydelse på skalkvaliteten hos høner med høj skal %

Table 13 The influence of calcium level on percent egg shell of eggs from hens laying eggs with good shell quality

Skalprocent Kalciumkilde Kalcium %:	Som fundet		Korr. f. forskel på ægv.	
	kridt	kridt + østerss.	kridt	kridt + østerss.
1,8	9,74	9,71	9,81	9,65
2,2	9,80	9,86	9,73	9,90
2,6	9,90	10,03	9,92	10,00
3,0	9,78	10,12	9,75	10,17
Gns.	9,80	9,93	9,80	9,93

Af tabel 13 fremgår, at nogle høner i en høneflok er i stand til at lægge æg med en endog særdeles god skal selv med kun 1,8 % kalcium i foderet; det fremgår også, at der kun skete en forbedring af skalkvaliteten med stigende kalciumindhold hos hønerne, der fik en del af kalciumet i form af østersskaller.

Af dette samt af det af Roland et al. (1977) fremførte fremgår, at hønernes udnyttelse af deres kapacitet til at aflejre skal på æggene ikke alene afhænger af foderets kalciumindhold.

Bikarbonats betydning for skaldannelsen

The role of bicarbonate in deposition of the shell of the egg

En æggeskal består for langt den overvejende dels vedkommende af CaCO_3 , der

dannes ud fra blodets indhold af kalcium og bikarbonat (HCO_3^-); såfremt højerne får dækket deres behov for kalcium til skaldannelse, vil HCO_3^- være den første begrænsende faktor for skaldannelsen - jfr. Mongin (1968). En påstand, der i hvert fald ikke modbevises af Roland et al. (1977), der fandt, at høner på trods af, at de gennem foderet fik tilført og også absorberede tilstrækkelig mængde kalcium til normal skaldannelse, overvejende lagdevindæg eller æg med så tynd skal, at æggene ikke kunne samles ind.

De vigtigste uorganiske anioner i blodet er i følgende rækkefølge klorid, bikarbonat, fosfat og sulfat, hvoraf der er ca. 4 gange så meget klorid som bikarbonat og ca. 14 henholdsvis 28 gange så meget bikarbonat som fosfat og sulfat til stede. På grund af blodets homeostasi, (d.v.s. fysiologiske forhold, der bevirker, at hønen søger at opretholde anførte balance mellem klorid-, bikarbonat-, fosfat- og sulfationer, men således, at summen af disse anioner så vidt muligt er konstant), er det vanskeligt at ændre på dets indhold af bikarbonat og ad den vej forbedre skalkvaliteten. Det er dog således, at fodring med æglægningsfoder med lavt indhold af klorid (Petersen et al., 1975) og fosfat og klorid (Vogt et al., 1978) har en gavnlig indflydelse på æggens skalkvalitet.

Da det må forventes, at blodet som følge af det lavere indhold af klorid og fosfat i foderet har et lavere indhold af disse to anioner, må det antages, at blodets indhold af HCO_3^- koncentrationen er øget for at opretholde homeostasen. At blodets indhold af klorid kan sænkes signifikant ($P < 0,01$) ved at reducere foderets indhold af klorid er vist af Petersen et al. (1975) og Neathery (1980), sidstnævnte viste tillige, at dette hos kvæg resulterede i en forøgelse af blodets indhold af bikarbonationer. Frank et al. (1965) har vist, at en forøgelse af luftens CO_2 -indhold medførte en forøgelse af blodets bikarbonationkoncentration med knap 2 %, hvilket medførte en sikker forbedring af æggens skaltykkelse. Mongin (1968) fandt god grund til at antage, at en medvirkende årsag til den generelle nedgang i æggeskallernes styrke i de varmeste sommermåneder skyldes nedsættelse af blodets CO_2 -tryk som følge af, at højerne øger åndedrætsfrekvensen for gennem afgivelse af vanddamp at holde kropstemperaturen konstant; et nedsat CO_2 -tryk i blodet vil resultere i en reduktion af blodets indhold af bikarbonationer.

En yderligere indikation af, at bikarbonat kan være en begrænsende faktor i skaldannelsen, er, at tiltagende daglængde har en negativ virkning på æggens skalkvalitet (Petersen, 1971); dette forhold kan ikke skyldes kalciumforsyningen, fordi højnernes foderforbrug og dermed kalciumoptagelsen var stigende med tiltagende daglængde. Den med forøget daglængde faldende skalkvalitet kan være en følge af,

at hønerne er mere aktive og derfor antagelig har en højere åndedrætsfrekvens med lys i huset end uden; en antagelse, der synes rimelig i betragtning af, at æglæggende høner i følge de Groote (1966) ved 20°C og med lys i huset afgiver 4,9 kcal, medens de ved samme temperatur i mørke kun afgiver 3,2 kcal i varme pr. kg kropsvægt pr. time. Denne forskel på hønernes varmeafgivelse viser, at hønerne har et højere stofskifte med lys i huset og følgelig må have en højere åndedrætsfrekvens om dagen end om natten.

Såfremt bikarbonat er den begrænsende faktor for skaldannelsen, vil det være formålstjenligt at træffe foranstaltninger, der afhjælper denne mangel; dette kan fra et fodringsmæssigt synspunkt gøres ved at holde foderets indhold af klorid, fosfat og sulfat så lavt som muligt uden at reducere ægydelsen. Herved vil blodets indhold af disse stoffer blive reduceret, så der bliver plads til flere bikarbonationer. I henhold til Vogt og Harnisch (1978) kan antallet af knækæg reduceres med ca. 3 % af den totale ægydelse ved at holde foderets indhold af klorid og fosfat lavt.

En anden foranstaltning vil være at sørge for, at daglængden hos hønerne begrænses til 12-13 timer pr. dag for at holde åndedrætsfrekvensen så lav som muligt over en så lang periode hver dag som muligt, uden at ægydelsen påvirkes negativt.

Denne fremgangsmåde vil på døgnbasis medføre en gennemsnitlig forøgelse af blodets CO_2 -koncentration og følgelig også dets indhold af bikarbonationer. En sådan foranstaltning vil foruden at give bedre skalkvalitet reducere hønernes foderforbrug og forbruget af elektricitet til lys og ventilation.

Ved at afkorte daglængden hos hønerne fra 17 til 12 1/2 time pr. dag vil foderbesparelsen beløbe sig til 4-5 g foder pr. dag pr. høne á 1,7 kg, svarende til ca. 1,5 kg foder pr. høne pr. år.

Heritabiliteten for skalkvalitet er høj - ca. 0,5-0,6; selektion for skalkvalitet er hidtil sket på grundlag af hønernes evne til at lægge æg med god skalkvalitet.

Såfremt det er niveauet for blodets mætning med bikarbonat, der er den egentlige begrænsende faktor for hønernes evne til at danne æggeskal, bør det undersøges, om hastigheden, hvormed æggeskallens kvalitet kan forbedres gennemavl, øges ved også at selekttere på haner efter deres indhold af bikarbonat i blodet.

Konklusion

Conclusion

Ud fra de indsamlede data kan konkluderes, at variationen i foderets calciumind-

hold fra 1,8 til 3,8 % kalcium ikke signifikant påvirker høernes ægydelse, og det samme gør sig gældende med hensyn til æggenes størrelse, foderoptagelse, kg foder pr. kg æg og dødelighed blandt høerne.

Med hensyn til kalciumkilde er der en antydning af, at østersskaller har en negativ virkning på æggenes størrelse. Derimod er det tydeligt, at såvel foderets kalciumindhold som kalciumkilde påvirker æggenes skalkvalitet.

Med kridt som kalciumkilde opnås optimal skalkvalitet med 3,4 % kalcium i foderet; med kridt + østersskaller som kalciumkilde i forholdet 1:0,9 til 1:0,7 blev optimal skalkvalitet opnået med 2,6 til 3,0 % kalcium i foderet. Det kan konkluderes, at østersskallernes heldige virkning på skalkvaliteten især gør sig gældende overfor høner, som lægger æg med tynd skal.

Det viser sig, at nogle høner kan lægge æg med endog særdeles god skalkvalitet med kun 1,8 % kalcium i foderet, hvorfor det kan konkluderes, at biokemiske og fysiologiske forhold hos nogle høner bevirker, at mængden af bikarbonationer og/eller evne til at mobilisere dette stof til en tilfredsstillende skaldannelse er stærkt nedsat.

Ud fra de Indvundne erfaringer kan også konkluderes, at bedømmelse af ægs skalkvalitet ud fra deres skalprocent skal ske under hensyntagen til deres vægt for at undgå fejlagtig fortolkning af resultaterne.

LITTERATURLISTE

References

- Bezpa, J., Dupras, C. A., and Dowling, J. J. (1974). Supplemental feeding of oyster shell to improve egg shell quality. *Poult. Sci.*, 53:1901.
- Frank, F. R., and Burger, R. E. (1965). The effect of carbon dioxide inhalation and sodium bicarbonate ingestion on egg shell deposition. *Poult. Sci.*, 44:1604-1606.
- Gilbert, A. B., and Blair, R. (1975). A comparison of the effects of two low-calcium diets on egg production in the domestic fowl. *Br. Poult. Sci.*, 16:547-552.
- Gleaves, E. W., Mather, F. B., and Ahmad, M. M. (1977). Effect of dietary calcium, protein, and energy on feed intake, egg shell quality, and hen performance. *Poult. Sci.*, 56:402-406.
- Groote, de G. (1966). Etude du métabolisme énergétique des pondeuses et des poulets à l'engrais en corrélation avec leur alimentation et leur logement. Rapport D'Activité 1966 de la Station de Petit Elevage de l'Etat 9-12, Merelbeke.
- Helbacka, N. V., Casterline, J. L., Jr., and Smith, C. J. (1963). The effect of high CO₂ atmosphere on the laying hen. *Poult. Sci.*, 42:1082-1084.
- Holder, D. P., and Sullivan, T. W. (1973). The influence of level and particle size of calcium supplement on performance of laying chickens. *Poult. Sci.*, 52:2041.
- Hughes, B. O. (1972). A circadian rhythm of calcium intake in the domestic fowl. *Br. Poult. Sci.*, 13:485-493.
- Kuhl, H. J., Holder, D. P., and Sullivan, T. W. (1977). Influence of dietary calcium level, source, and particle size on performance of laying chickens. *Poult. Sci.*, 56:605-611.
- Mongin, P. (1968). Role of acid-base balance in the physiology of egg shell formation. *World's Poult. Sci. J.* 24:200-230.
- Neathery, Milton M. (1980). Chloride Metabolism in Cattle. Proceedings, 1980; Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry, 137-147.
- Pedersen, Kaj Jørgen (1972). Foderets kalciumindhold og kalciumkildens indflydelse på æggens skalkvalitet. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums efterårsmøde, Årbog, 157-160.

- Petersen, C.F. (1965). Factores influencing egg shell quality - a review. *World's Poult. Sci. J.*, 21:110-138.
- Petersen, Vagn E. og Høj, F. (1970). Æglægningsfoderets kalciumindhold. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums efterårsmøde, Årbog, 162-163.
- Petersen, Vagn E. (1971). Some None-Nutritional Factors Affecting the Quality of the Shell of the Eggs. *Memograf of Report of World's Poultry Science Association, Stuttgart, Hohenheim, on the 30th-31st March, (9 pages).*
- Petersen, Vagn E. og Jensen, K. A. (1975). Serums kloridindhold og æggeskalens kvalitet. *Statens Husdyrbrugsforsøg, Medd. nr. 74.*
- Petersen, C.F., Sauter, E. A., Steele, E. E., and Parkinson, J. F. (1977). Influence of temperature upon egg shell quality response to increased calcium intake. *Poult. Sci.*, 56:1747.
- Quisenberry, J. H., and Walker, J. C. (1970). Calcium sources for egg production and shell quality. *Poult. Sci.*, 49:1429.
- Roland, D. A., Sr., and Harms, R. H. (1973). 5. Effect of various sources and Sizes of calcium carbonate on shell quality. *Poult. Sci.*, 52:369-372.
- Roland, D. A., Sr., Holcombe, D. J., and Harms, R. H. (1977). Further studies with hens producing a high incidence of non-calcified or partially calcified egg shells. *Poult. Sci.*, 56:1232-1236.
- Romanoff, A. L. and Romanoff, A. J. (1949). *The Avian Egg.* John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Sauveur, B. and Mongin, P. (1974). Effects of time-limited calcium meal upon food and calcium ingestion and egg quality. *Br. Poult. Sci.*, 15:305-313.
- Scholtyssek, S. (1975). Die Qualität von Eiern aus Käfig- und Bodenhaltung. *Archiv für Geflügelkunde* 39:59-62.
- Scott, M. L., Hull, S. J., and Mullenhoff, P. A. (1971). The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poult. Sci.*, 50:1055-1063.
- Taylor, T. G. (1970). The provision of calcium and carbonate for laying hens. *Proceedings 4th Nutr. Conference Feed Manufacturers, Ed. Churchill, London, UK:108-117.*
- Vogt, H. (1977). Einfluss der Fütterung auf die Eischalenstabilität. *Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 29:510-511.
- Vogt, H. und Harnisch, S. (1978). Einflüsse verschiedener Phosphor- und Natriumgehalte im Legehennenfutter auf Leistungen und Eischalenqualität. *Archiv für Geflügelkunde* 42:169-173.
- Watkins, Roy M., Dilworth, Ben C., and Day, Elbert J. (1977). Effect of calcium supplement particle size and source on the performance of laying chickens. *Poult. Sci.*, 56:1641-1647.

Young, R. J., Nesheim, M. C., Desai, I. D., and Scott, M. L. (1964). The effect of high dietary calcium on growing pullets and the performance of laying hens.
Proc. Cornell Nutr. Conf., Buffalo, N. Y.:45-49.