



# Lys- og fodringsprogrammer til opdræt af hønniker

## ● Effekt på ægkvalitet

*Flemming Nøddegaard*

*Afdeling for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner*

Der er udført 2 forsøg med Hvid Italiener høner. Det er undersøgt, hvorledes forskellige faktorer under opdrætning påvirker æggens skal- og hvidekvalitet.

I forsøg 1 skete skiftet fra startfoderet til det mindre proteinholdige voksefoder ved enten 6, 8 eller 10 ugers alderen. Alt opdrætsfoderet blev tildelt som enten pellet cross eller melfoder. En ekstra gruppe kyllinger på pellet cross og skiftet ved 8 uger kunne frit vælge mellem færdigfoderblandingen og hele hvedekærner gennem hele opdrætningstiden.

I forsøg 2 blev der anvendt 2 forskellige lysprogrammer, der var designet til henholdsvis at fremskynde ("tidlig lys") eller udsætte ("sen lys") æglægningens start. Under hvert lysprogram blev halvdelen af holdene fodret ad libitum og resten rationeret til ca. 75% af optagelsen i perioden 6-20 ugers alder. Voksefoderet blev udskiftet med æglægningsfoder ved enten 17 eller 20 ugers alder.

Hvidekvaliteten var påvirket af flere af opdrætsbehandlingerne. Der kunne dog ikke drages nogen entydig konklusion, fordi behandlingsfaktorerne vekselvirkede med hinanden på flere niveauer og desuden med hønens alder.

I forsøg 1 var skalkvaliteten stort set kun påvirket af hvedefodringen, idet denne gruppe høner havde den højeste knækægsfrekvens. Det gav sig samtidig udslag i et større skaldeformationsmål ( $p < .01$ ), målt ved sammenpresning af æggene, men derimod ikke i forskelle i brudstyrke eller skalprocent.

Forsøg 2 afslørede en signifikant bedre skalkvalitet - både hvad angik knækægsfrekvens og skalprocent - under de opdrætsprogrammer, der udsatte æglægningens start. Både foderrationering og "sen lys"-program forbedrede skalkvaliteten.

Det var uden betydning for æggens skal-kvalitet, om æglægningsfoderet blev givet fra 17 eller 20 ugers alder.

## Indledning

Nærværende meddelelse omhandler to

forsøg med Hvid Italiener høner, hvor det er undersøgt, hvorledes forskellige fodrings- og lysprogrammer under opdrætning påvirker

den efterfølgende ægkvalitet. En række undersøgelser har vist, at æggeskallens styrke falder efterhånden som hønerne bliver ældre, ligesom hvidekvaliteten, målt som højden af den tykke hvide, forringes. Der er rapporteret mange forsøg med voksne høner med henblik på at belyse årsagssammenhænge (Kristensen, 1983; Noles og Tindell, 1967), men i nyere tid er der også fremkommet en del resultater, f.eks. Leeson og Summers (1988), der viser, at visse faktorer i opdrætningsperioden ligeledes kan have en indflydelse på æggenes kvalitet.

## Materiale og metode

I *forsøg 1* blev 4.200 daggamle kyllinger<sup>1</sup> tilfældigt fordelt i 21 gulvrum strøet med hakket halm. Kyllingerne blev opdrættet under 7 forskellige ad libitum fodringsprogrammer (tabel 1). 6 af behandlingerne var 2 × 3 kombinationer af 2 foderstrukturer (pellet cross (PC) eller melfoder (M)) og 3 tidspunkter for skift fra startfoder til voksefoder (6, 8 eller 10 ugers alder). I den syvende behandlingsgruppe havde kyllingerne konstant fri adgang til hel hvede ved siden af en PC-ration med skift til voksefoder ved 8 ugers alderen (PC8H). Da hønikerne var 18 uger gamle, blev der tilfældigt udvalgt 96 fra hvert gentagelseshold, og disse blev indsat i et to-etagers bursystem. Der blev indsat 4 høniker pr. bur, der havde et gulvareal på 2430 cm<sup>2</sup>. Herefter blev alle høner behandlet ens og fodret ad libitum med læggfoder i melform.

I *forsøg 2* blev 1.600 daggamle kyllinger<sup>1</sup> tilfældigt fordelt i 16 halmstrøede gulvrum. Forsøget bestod af 2 × 2 × 2 kombinationer af

Tabel 1. Behandlinger i forsøg 1

Behandling	Foderstruktur	Alder ved foderskift*, uger	Fri adgang til hvedekærner
PC6	Pellet cross	6	nej
PC8	Pellet cross	8	nej
PC10	Pellet cross	10	nej
M6	Mel	6	nej
M8	Mel	8	nej
M10	Mel	10	nej
PC8H	Pellet cross	8	ja

\* skift fra start- til voksefoder

<sup>1</sup> Lohmann LSL.

Tabel 2. Behandlinger i forsøg 2

Lysprogram	Fodringsstrategi	Alder ved foderskift*, uger
Tidlig	Ad libitum	17
Tidlig	Ad libitum	20
Tidlig	Rationeret	17
Tidlig	Rationeret	20
Sen	Ad libitum	17
Sen	Ad libitum	20
Sen	Rationeret	17
Sen	Rationeret	20

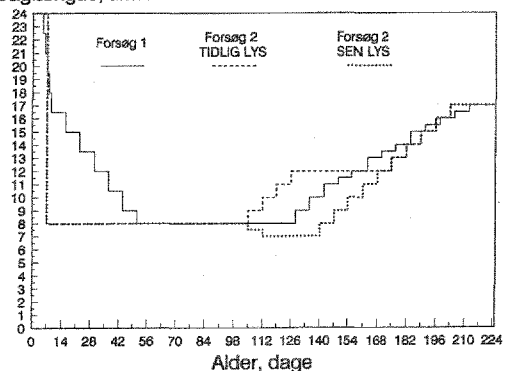
\* skift fra vokse- til æglæggefoder

2 fodringsintensiteter i opdrætningsperioden, 2 lysprogrammer og 2 tidspunkter for skift fra voksefoder til æglægningsfoder (tabel 2). Den ene fodringsintensitet var almindelig ad libitum fodring, mens den anden var en rationering til ca. 75% optagelse i perioden fra 6-20 ugers alder. Den rationerede fodermængde blev udregnet på ugebasis og fordelt på 3 udfodringsdage pr. uge. De 2 lysprogrammer var designet til at fremskynde ("tidlig lys") henholdsvis udsætte ("sen lys") hønikernes kønsmodning (se figur 1). Foderskift fra voksefoder til æglæggefoder blev foretaget ved enten 17 eller 20 ugers alder.

I dette forsøg blev startfoderet udskiftet med voksefoder ved 10 ugers alderen, og alt foder var af strukturen pellet cross. Bursystemet som hønerne blev indsat i ved 17 ugers alderen havde samme udformning som i forsøg 1.

Den kemiske analyse af de anvendte foderblandinger til begge forsøg fremgår af tabel 3. Der blev benyttet samme blandinger som

Daglængde, timer



Figur 1. Lysprogrammer anvendt i de 2 forsøg.

**Tabel 3. Kemisk analyse af det anvendte foder**

Kemisk analyse	Startfoder						Voksefoder			Æglæggefoder	
	Forsøg 1	Forsøg 1		Forsøg 2	Forsøg 1		Forsøg 2	Forsøg 1	Forsøg 2		
	Hvede	M	PC	PC	M	PC	PC	M	PC		
OE pr. kg foder, MJ	13,48	12,20	11,80	12,43	11,86	11,96	12,29	11,65	11,75		
Råprotein, %	12,48	20,5	20,5	21,4	13,1	13,1	13,4	16,9	17,7		
Ca pr. kg foder, g	0,4	9,8	10,7	7,0	8,7	8,4	8,9	31,9	32,3		
P pr. kg foder, g	2,7	7,0	7,4	6,4	6,6	6,7	5,7	6,1	6,1		

Kontrolstationen for Høner og sammensætning fremgår af beretningerne herfra: Neergaard og Petersen (1988) for forsøg 1 og Petersen og Bonnichsen (1990) for forsøg 2. Pellet cross foderet blev fremstillet ved at presse det i 3 mm piller og derefter delvis knuse dem. I begge forsøg blev kyllingerne næbtrimmet og vaccineret i.m. mod Marek's Disease som daggamle, og kyllingerne i forsøg 1 blev desuden vaccineret mod Avian Encephalomyelitis, da de var 14 uger gamle.

Fra 20 til 80 ugers alderen, svarende til periode 1-15, blev alle æg indsamlet manuelt 3 gange om ugen og ved hver eneste ægindsamling blev æggene visuelt kontrolleret for brud på skallen (knækæg).

I 8. og 14. produktionsperiode i forsøg 1 og i 14. periode i forsøg 2 blev der desuden indsamlet én dags ægproduktion, som blev underkastet yderligere kvalitetsundersøgelser. I forsøg 1 blev der kun anvendt æg fra ét hold pr. behandling. Æggene blev vejlet enkeltvis umiddelbart efter indsamling. I forsøg 1 blev æggene opbevaret til næste dag ved stuetemperatur og 50% relativ luftfugtighed, mens æggene i forsøg 2 blev lagret i 6 dage ved 13°C og 60-75% relativ luftfugtighed.

Æggene blev slået ud og højden af den tykke hvide blev målt med en semi-automatisk hvidehøjdemåler. Skallerne blev rensed og tørret ved stuetemperatur og derefter vejlet. Skalprocenten blev beregnet som skalvægtens andel af æggets totale vægt på indsamlingstidspunktet.

I forsøg 1 blev 2 dages ægproduktion fra ét hold pr. behandling i periode 15 indsamlet og æggets dynamiske skaldeformation såvel som brudstyrke blev målt på et Inston 4301 Table Model Universal Testing Instrument. Med en

konstant hastighed af 0,5 mm pr. minut presede instrumentet æggene sammen ved den korte tværsnitsakse, indtil der opstod brud på skallen. Stemplets vandring (mm) blev registreret som skaldeformation og vægten, påført i brudøjeblikket, blev registreret som skallens brudstyrke.

### Statistiske analyser

Forsøgene var arrangeret i randomiserede blokdesign med henholdsvis 3 (forsøg 1) og 4 (forsøg 2) hold pr. behandling. Ved den statistiske analyse af data for knækæg blev et hold betragtet som den statistiske enhed, mens det enkelte æg blev betragtet som den statistiske enhed ved vurdering af data for brudstyrke, skaldeformation, skalprocent og hvidehøjde.

Data for forsøg 1 blev analyseret i to trin. Først med udeladelse af data fra de hvideopdrættede høner (PC8H), og der blev udført en variansanalyse med 2 hovedeffekter (foderstruktur: 2 niveauer og alder ved foderskift: 3 niveauer), samt 3 blokke. I næste trin blev PC8H-behandlingen sammenlignet med de 6 øvrige behandlinger ved en Gabriel-test med 7 behandlinger og 3 blokke. For alle statistiske analyser gjaldt det, at blokeffekten kun blev inddraget ved analysering af data, der indeholdt værdier fra alle blokke. Data fra forsøg 2 blev underkastet en variansanalyse med 3 hovedeffekter (lysprogram: 2 niveauer, fodringsintensitet: 2 niveauer og alder ved foderskift: 2 niveauer). I samtlige modeller blev der korrigeret for effekt af ægvægten ved at inddrage denne som covariabel. Med hensyn til hvidehøjde viste beregninger, at denne metode til korrektion for ægvægt var mere præcis end en omregning til Haugh-enheder

(Haugh, 1937). For at bevare muligheden for at sammenligne med andre undersøgelser, er Haugh-enheder alligevel anført i tabellerne.

## Resultater

Hvidehøjden var upåvirket af, hvorvidt hønerne var opdrættet med eller uden adgang til hel hvede (tabel 4). I periode 8 af forsøg 1 blev den bedste hvidekvalitet - altså størst hvidehøjde - målt i æg fra høner, der i opdrætningstiden var fodret med pellet cross foder ( $p < .05$ ), mens melfoderet gav det bedste resultat i periode 14 ( $p < .01$ ). Der er altså tale om en vekselvirkning mellem foderstruktur og periode. Selvom der ikke blev fundet nogen overordnet effekt af at variere tidspunktet for skift fra start- til voksefoder, vekselvirkede denne faktor alligevel med foderstrukturen ( $p < .05$ ). I periode 8 skyldtes det, at skift ved 10 ugers alderen gav større hvidehøjde end de to øvrige skiftealdrer i de hold, der fik struktureret foder, mens samme skiftealder gav den mindste hvidehøjde i de melfodrede hold.

I forsøg 2 blev der ikke fundet signifikante hovedeffekter af de 3 opdrætsfaktorer på hvidens kvalitet, men igen blev der påvist sig-

nifikante vekselvirkninger mellem disse (tabel 5). Begge niveauer af vekselvirkning skyldes primært, at kombinationen af rationering og skift til æglægningsfoder ved 17 ugers alderen resulterede i den allerbedste hvidekvalitet, hvis der samtidigt blev benyttet det sent stimulerende lysprogram, mens samme kombination af fodringsstrategi og skiftealder gav den allerdårligste hvidekvalitet, hvis det tidlige lysprogram blev benyttet.

Frekvens af knækæg i de 2 forsøg er vist i figur 2 og 3. Begge forsøg bekræftede det tidligere iagttagne fænomen med stigende knækægsfrekvens efter hønerne har passeret en bestemt alder. I forsøg 1 startede stigningen efter periode 7, mens den først indtraf efter periode 10 i forsøg 2. De hvedeopdrættede høner havde vedvarende højere knækægsfrekvens end alle øvrige behandlingsgrupper i de sidste 7 perioder. Dette var dog kun statistisk signifikant i forhold til M10-hønerne ( $p < .01$ ) og PC10-hønerne ( $p < .05$ ). Der var ingen effekt af foderstruktur eller alder ved skift til voksefoder.

De ad libitum opdrættede høner i forsøg 2 havde konstant den højeste knækægsfrekvens i de sidste perioder, hvilket var signifi-

Tabel 4. Effekt af opdrætsbehandlinger på højden af den tykke hvide og på skalprocent i forsøg 1

Opdræts-behand.	Periode 8						Periode 14					
	N <sup>1)</sup>	Hvide-højde	Haugh Units <sup>2)</sup>	Ægvægt, g	Skal-procent	SEM <sup>3)</sup>	N	Hvide-højde	Haugh Units	Ægvægt, g	Skal-procent	SEM
PC6	75	7,6 <sup>ab</sup>	86,2 <sup>ab</sup>	63,0	9,09 <sup>ns</sup>	0,064	73	7,1 <sup>ab</sup>	82,5 <sup>abc</sup>	65,0	8,56 <sup>ns</sup>	0,092
PC8	73	7,6 <sup>ab</sup>	86,0 <sup>ab</sup>	62,7	9,05	0,071	69	7,1 <sup>ab</sup>	81,7 <sup>abc</sup>	66,0	8,48	0,103
PC10	72	7,8 <sup>a</sup>	86,9 <sup>a</sup>	63,9	8,88	0,086	60	6,9 <sup>b</sup>	80,5 <sup>c</sup>	65,9	8,36	0,100
M6	85	7,6 <sup>ab</sup>	85,5 <sup>ab</sup>	63,1	8,88	0,083	72	7,5 <sup>a</sup>	84,6 <sup>a</sup>	65,6	8,49	0,078
M8	69	7,6 <sup>ab</sup>	85,9 <sup>ab</sup>	62,8	9,04	0,074	59	7,0 <sup>ab</sup>	81,1 <sup>bc</sup>	65,6	8,52	0,095
M10	80	7,2 <sup>b</sup>	83,2 <sup>b</sup>	63,4	9,08	0,072	70	7,4 <sup>a</sup>	84,2 <sup>ab</sup>	65,6	8,45	0,107
PC8H	78	7,8 <sup>a</sup>	87,0 <sup>a</sup>	64,3	9,06	0,071	62	6,7 <sup>b</sup>	79,1 <sup>c</sup>	66,6	8,39	0,100
Alder ved foderskift								*				
6 uger		7,6 <sup>ns</sup>	85,8 <sup>ns</sup>		8,99 <sup>ns</sup>			7,3 <sup>ns</sup>	83,5 <sup>a</sup>		8,53 <sup>ns</sup>	
8 uger		7,6	85,9		9,05			7,0	81,4 <sup>b</sup>		8,50	
10 uger		7,5	85,1		8,98			7,2	82,5 <sup>ab</sup>		8,41	
Foderstruktur		*	*					**	**			
Pellet cross		7,7 <sup>a</sup>	86,4 <sup>a</sup>		9,01			7,0 <sup>b</sup>	81,6 <sup>b</sup>		8,47	
Melfoder		7,4 <sup>b</sup>	84,9 <sup>b</sup>		8,99			7,3 <sup>a</sup>	83,4 <sup>a</sup>		8,49	
Vekselvirkninger												
Alder * struktur		p < .05	p < .05		p < .05			p < .05	p < .05		ns	

1) N er antal æg undersøgt; 2) Haugh-enheder (Haugh, 1937); 3) SEM er middelfejl på middeltal

\*,\*\* Forskel mellem gennemsnit med samme bogstav er ikke signifikant på 5%-niveau (\*) eller 1%-niveau (\*\*)

ns Forskel mellem gennemsnit er ikke signifikant

**Tabel 5. Effekten af opdrætsbehandlinger på højden af den tykke hvide og skalprocent målt i periode 14 i forsøg 2**

Opdrætsbehandling			N <sup>1)</sup>	Hvide-højde	Haugh units	N	Ægvægt, g	Skalprocent
Lys program	Fodringsstrategi	Alder ved foderskift						
Tidlig	Ad lib.	17 uger	98	5,0 <sup>ab</sup>	65,7	98	64,9	8,49 <sup>b</sup>
Tidlig	Ad lib.	20 uger	85	5,2 <sup>a</sup>	66,7	85	65,6	8,64 <sup>ab</sup>
Tidlig	Rationeret	17 uger	100	4,7 <sup>b</sup>	62,3	100	65,3	8,86 <sup>a</sup>
Tidlig	Rationeret	20 uger	90	5,0 <sup>ab</sup>	65,2	90	65,8	8,87 <sup>a</sup>
Sen	Ad lib.	17 uger	81	5,0 <sup>ab</sup>	64,6	81	66,5	8,68 <sup>ab</sup>
Sen	Ad lib.	20 uger	81	5,0 <sup>ab</sup>	64,4	81	66,8	8,74 <sup>ab</sup>
Sen	Rationeret	17 uger	85	5,3 <sup>a</sup>	67,6	85	66,1	8,95 <sup>a</sup>
Sen	Rationeret	20 uger	94	5,1 <sup>a</sup>	65,8	84	66,4	8,95 <sup>a</sup>
Lysprogram								
Tidlig					5,0 <sup>ns</sup>		64,9 <sup>ns</sup>	8,71*
Sen					5,1		65,6	8,83
Fodringsstrategi								
Ad lib.					5,0 <sup>ns</sup>		65,4 <sup>ns</sup>	8,63***
Rationeret					5,0		65,1	8,91
Alder ved foderskift								
17 uger					5,0 <sup>ns</sup>		65,0 <sup>ns</sup>	8,74 <sup>ns</sup>
20 uger					5,1		65,5	8,80
Vekselvirkninger								
Lysprogram * fodringsstrategi					p<.001		p<.001	
Lysprogram * alder ved foderskift					p<.05		p<.05	

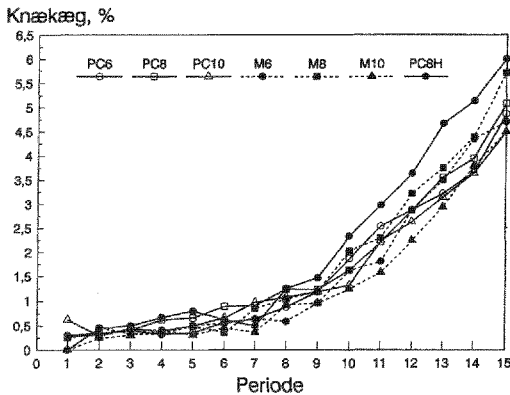
1) N er antal æg undersøgt

ns Forskel mellem gennemsnit er ikke signifikant

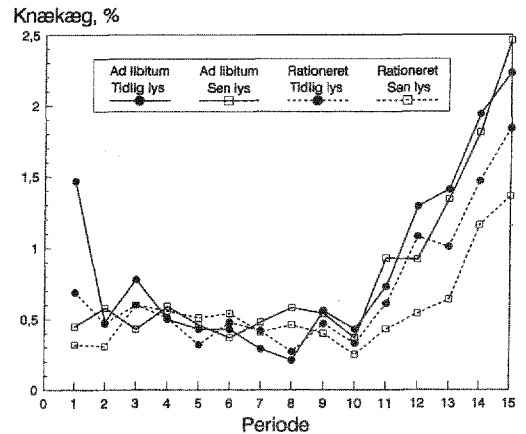
\* p<.05 \*\*\* p<.001

kant på 95% niveauet (tabel 6). Der var ingen effekt af de øvrige opdrætsfaktorer, målt i de sidste perioder. Det var der derimod i første periode, hvor der var signifikant højere frekvens som følge af både ad libitum opdrætsfodring ( $P<.01$ ) og tidlig lysprogram

( $p<.001$ ). Disse to faktorer vekselvirkede dog med hinanden ( $p<.05$ ), hvilket skyldtes, at den uheldige effekt af det tidlige lysprogram blev yderligere forværret, hvis hønerne under opdrætningen desuden havde været fodret efter ædelyst. Gennem hele forsøget var det



Figur 2. Knækægfrekvens i forsøg 1.



Figur 3. Knækægfrekvens i forsøg 2. Der var ingen effekt af forskellig alder ved skift til æglægningsfoder og er derfor ikke vist i figuren.

Tabel 6. Effekt af opdrætsbehandling på knækægsprocenten i periode 1 og i periode 9-15 i forsøg 2

Opdrætsbehandling			Knækæg, %	
Lys-program	Fodringsstrategi	Alder ved foderskift	Periode 1	Periode 9-15
			*	
Tidlig	Ad lib.	17 uger	1,2 <sup>ab</sup>	0,9 <sup>ns</sup>
Tidlig	Ad lib.	20 uger	1,7 <sup>a</sup>	1,5
Tidlig	Rationeret	17 uger	0,9 <sup>abc</sup>	0,8
Tidlig	Rationeret	20 uger	0,5 <sup>bc</sup>	1,1
Sen	Ad lib.	17 uger	0,6 <sup>bc</sup>	1,0
Sen	Ad lib.	20 uger	0,3 <sup>bc</sup>	1,3
Sen	Rationeret	17 uger	0,4 <sup>bc</sup>	0,6
Sen	Rationeret	20 uger	0,2 <sup>c</sup>	0,7
Lysprogram			***	
Tidlig			1,1 <sup>a</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Sen			0,4 <sup>b</sup>	0,9
Fodringsstrategi			**	
Ad lib.			1,0 <sup>a</sup>	1,2 <sup>*</sup>
Rationeret			0,5 <sup>b</sup>	0,8
Alder ved foderskift				
17 uger			0,8 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>
20 uger			0,7	1,1
Vekselvirkninger				
Lysprogram * fodringsstrategi			p<.05	ns

\*\*\* p<.001; \*\* p<.01; \* p<.05

uden betydning, om hønerne havde fået æglægningsfoder fra 17 eller 20 ugers alder.

Ingen af opdrætsfaktorerne i forsøg 1 øvede nogen sikker indflydelse på æggene *skalprocent*; dog ses det i tabel 4, at skalprocenten var markant lavere i periode 14 end periode 8. Forsøg 2 derimod viste, at høner, der var rationeret under opdrætning, lagde æg med en signifikant større skalandel (p<.001), hvilket også var tilfældet for høner, der var opdrættet under "sen lys"-program (p<.05) (se tabel 5). Det var uden betydning, om hønerne havde fået æglægningsfoder eller voksefoder i perioden fra 17 til 20 uger.

Sammenpresningsmålingerne på æggene i forsøg 1 viste, at de høner, der var opdrættet på melfoder, lagde æg med en større *brudstyrke* (p<.05), end dem der havde fået pellet cross foder (tabel 7). Der blev ikke fundet nogen effekt af at skifte til voksefoder ved forskellig alder, ligesom fodring med hel hvide ikke havde nogen indflydelse på æggene *brudstyrke*. Hvad angår *skaldeformation* blev der fundet stærkt signifikante hovedef-

Tabel 7. Effekt af opdrætsbehandlinger på brudstyrke og deformation af æggeskallen målt i 15. periode i forsøg 1

Opdrætsbehandling	N	Brudstyrke kg	Skaldeformation mm
PC6	133	2,46 <sup>ns</sup>	0,277 <sup>ab</sup>
PC8	128	2,39	0,265 <sup>bc</sup>
PC10	126	2,41	0,288 <sup>a</sup>
M6	139	2,53	0,258 <sup>c</sup>
M8	113	2,48	0,281 <sup>a</sup>
M10	133	2,53	0,262 <sup>c</sup>
PC8H	126	2,42	0,278 <sup>a</sup>
Alder ved foderskift			**
6 uger		2,50 <sup>ns</sup>	0,267 <sup>b</sup>
8 uger		2,43	0,272 <sup>ab</sup>
10 uger		2,47	0,275 <sup>a</sup>
Foderstruktur		*	***
Pellet cross		2,42 <sup>b</sup>	0,277 <sup>a</sup>
Melfoder		2,51 <sup>a</sup>	0,266 <sup>b</sup>
Vekselvirkninger			
Alder * struktur		ns	p<.001

\*\*\* p<.001; \*\* p<.01; \* p<.05 ns ikke signifikant forskel

fekter af både foderstruktur og alder ved skift til voksefoder, men der viste sig ikke noget entydigt billede, idet vekselvirkningen ligeledes var stærkt signifikant. Æggene fra de hvideopdrættede høner havde et større skaldeformationsmål, hvilket var signifikant på 99% niveau.

## Diskussion

De 2 forsøg bekræftede, at *hvidekvaliteten* kan påvirkes af faktorer under opdrætningen af hønerne. Men resultaterne kan ikke give nogen entydig konklusion, fordi de forskellige faktorer vekselvirkede med hverandre på flere niveauer. Vekselvirkningerne i forsøg 1 viste desuden, at resultaterne er afhængig af hønernes alder ved måling, hvilket er i overensstemmelse med resultater offentliggjort af Scholtyssek (1981). Vekselvirkningernes natur i forsøg 2 understreger vanskelighederne ved at anbefale en bestemt opdrætsstrategi med henblik på at opnå optimal *hvidekvalitet*. En bestemt kombination af 2 af opdrætsfaktorerne var istand til både at give den allerbedste og den allerdårligste *hvidekvalitet*, afhængig af hvilket lysprogram, denne kombination blev anvendt under.

Det viste sig, at *knækægsfrekvensen* var cirka dobbelt så høj i første som i andet forsøg. Det kan til dels forklares af den lavere *skalprocent* i første forsøg, men det bør bemærkes, at første forsøg blev gennemført i et 7 år gammelt bursystem, mens andet forsøg foregik i helt nye bure. For at få et mål for, hvor nøjagtigt den løbende visuelle registrering af knækæg var, blev 2755 æg fra periode 14 og 922 æg fra periode 15 i forsøg 1 samt 707 æg fra periode 14 i forsøg 2 gennemlyst med en æglysningsslampe udstyret med en 40W pære. Målt på denne måde blev der fundet en knækægsfrekvens på 12,2% i forsøg 1 og 5,9% i forsøg 2 - altså en bekræftigelse af, at der forekom dobbelt så mange knækæg i første forsøg. Det kan således konkluderes, at den visuelle vurdering - uden brug af hjælpemidler - giver et pålideligt relativt mål for knækægsfrekvens, men metoden afslører kun omkring en trediedel af alle knækæg.

Begge forsøg viste, at *skalkkvaliteten* i høj grad påvirkes af opdrætningsmetoden. De tydeligste og mest regelrette effekter sås i forsøg 2, der viste, at de opdrætningsprogrammer, der var designet til at udsætte æglægningens start - altså sent stimulerende lysprogram og foderrationering - havde en klar positiv effekt på skallens kvalitet. Det gjaldt både knækægsfrekvens og skalprocent (i periode 9-15 var effekten af lysprogram på knækægsfrekvens dog ikke signifikant). Det skal understreges, at effekterne stadig kan ses, selvom der korrigeres til samme fysiologiske alder. På grund af forskellene i tidspunkt for æglægningens start, havde de hønegrupper, der var startet tidligst, været i lægning op til 20 dage længere ved hvert eneste opgørelsestidspunkt. En korrektion herfor får ikke kurverne over knækægsfrekvens på figur 3 til at overlappende. Det bør også bemærkes, at hønerne, der var opdrættet under "sen lys"-lysprogram, lagde æg, der var et helt gram tungere end æggene fra de tidligt lysstimulerede høner. Derfor har de "sene" høner aflejret en betydelig større mængde skal på hvert æg end de "tidlige" (5,9 g mod 5,7 g).

Resultaterne med opdrætningsprogramernes betydning for skalkkvaliteten er i over-

ensstemmelse med målinger udført af Leeson og Summers (1988) og Kling et al. (1985).

Det er meget interessant, at skalkkvaliteten var upåvirket af, om hønerne havde fået tildelt æglægningsfoderet med det høje calciumindhold ved 17 eller 20 ugers alderen. Selvom dette er i overensstemmelse med flere rapporter, bl.a. Scholtyssek (1981) og Proudfoot et al. (1982), ville det være nærliggende at forvente en fordel af en tidlig tildeling - specielt til de høner, der blev opdrættet til tidlig kønsmodning. Årsagen til at det ikke var tilfældet kan måske forstås ved at sammenstille resultater opnået af Petersen og Linn (1990), Sunde (1984) samt Hertelendy og Taylor (1961). I de ca. 15 timer, det tager at danne skallen på et æg, forbruges så meget calcium, at det svarer til en fuldstændig fjernelse af alt cirkulerende calcium fra blodet hvert 15. minut. For at holde trit med dette forbrug, frigøres der store mængder calcium fra knoglemarven, som således supplerer den mængde, der stammer direkte fra foderet via tarmens absorption. Når der ikke er behov for calcium til skaldannelse deponeres nyt calcium fra foderet i knoglemarven.

De sammenstillede resultater peger i retning af, at biskjoldbruskkirtlen, som er involveret i calcium- og fosforbalancen, bliver dårligere til at korrigere for udsving i calcium-niveauet, hvis hønerne fodres med for meget calcium under opdrætning og begyndende lægning. F.eks. havde høner, der var gået i lægning før de var skiftet til "højt" calciumfoder, en bedre evne til at mobilisere calcium fra knoglemarven, da de ved 72-75 ugers alderen blev udsat for en voldsom calcium underforsyning.

I forsøg 1 var kønsmodningstidspunktet ikke påvirket af forsøgsbehandlingerne, og den eneste regelrette effekt på skalkkvaliteten fremkom i æg fra hønerne, der var opdrættet med fri adgang til hel hvede. Disse æg havde en højere knækægsfrekvens og et dårligere skaldeformationsmål. Årsagen hertil skal nok søges i den ændrede proteinforsyning, idet den optagne hvedemængde blev modsvaret af en mindre optagelse af færdigfoderblandingen. Hveden udgjorde 33% af det totale

foder optaget gennem opdrætstiden.

Problemet er sandsynligvis en ubalance i aminosyrerne, snarere end en generel underforsyning af protein. F.eks. var det i begge forsøg uden betydning for skalkvaliteten, om hønerne var opdrættet på voksefoderet med det lave proteinindhold i kortere eller længe-  
re tid. Leeson og Summers (1985) viste faktisk, at det er muligt at forbedre skaldeformationsmålet ved at nedsætte proteinindholdet i opdrætsfoderet, når blot blandingens indhold af methionin, lysin, tryptofan og total svovlholdige aminosyrer holdes på samme niveau som kontrolfoderet. Ud fra analyseværdier opgjort af Christensen et al. (1987), indeholdte hveden i forsøg 1 3,3 g lysin pr. kg mod 11,2 g pr. kg i startfoderet og 5,6 g pr. kg i voksefoderet.

## Samarbejdspartnere

Forsøgene blev finansieret af det daværende Landsudvalget for Fjerkræ. Sektion for Kødteknologi og Procesteknik under Mejeri- og Levnedsmiddelinstituttet på Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole stillede velvilligt deres Instroninstrument til rådighed for sammenpresningsmålingerne. Forsker, B. Ducro har medvirket ved udførelsen af de statistiske beregninger. Afdelingens tekniske personale har med stor omhu forestået den daglige pasning af kyllinger og høner.

## Litteratur

- Christensen, S., Andersen, P.E., Enggård Hansen, N., Møller, K., Madsen, A., Petersen, V.E., Hauskov Sørensen, P. og Jørgensen, J.S. 1987. Beregning af handelsfoderstoffernes energetiske værdi. Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol.
- Haugh, R.R. 1937. The Haugh Unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43, 552-555.
- Hertelendy, F. og Taylor, T.G. 1961. Changes in blood calcium associated with egg shell calcification in the domestic fowl. I. Change in the total calcium. *Poultry Science*, 40, 108-114.
- Kling, L.J., Hawes, R.O., Gerry, R.W. og Halteman, W.A. 1985. Effects of early maturation of brown egg-type pullets, flock uniformity, layer protein level and cage design on egg production, egg size, and egg quality. *Poultry Science*, 64, 1050-1059.
- Kristensen, B.M. 1983. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg nr. 554.
- Leeson, S. og Summers J.D. 1985. Early reproductive characteristics of Leghorn pullets reared on least-cost diets formulated to protein and/or amino acid specifications. *Canadian Journal of Animal Science*, 65, 205-210.
- Leeson, S. og Summers, J.D. 1988. Significance of growing photoperiod and light stimulation at various ages for Leghorn pullets subjected to regular or ahemeral photoperiods. *Poultry Science*, 67, 391-398.
- Neergaard, J.V. de og Petersen, V.E. 1988. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg nr. 652.
- Noles, R.K. og Tindell, D. 1967. Observations on the inter-relationships of egg quality traits and their association with season, age, and strain of bird. *Poultry Science*, 46, 943-952.
- Petersen, J. og Linn, P. 1990. Einfluß des Alters von Junghennen bei der Futterumstellung zum Legebeginn auf die Eischalenstabilität. *Archiv für Geflügelkunde*, 54(3) 120-128.
- Petersen, V.E. og Bonnichsen, J. 1990. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg nr. 680.
- Proudfoot, F.G., Hulan, H.W. og McRae, K.B. 1982. The combined effect of a high calcium pre-lay diet, a high protein layer diet and supplemental oyster shell on egg specific gravity and other biological traits of Single Comb White Leghorn hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 62, 925-934.
- Scholtyssek, S. 1981. Futterrestriktion bei Junghennen des Legetyps. *Archiv für Geflügelkunde*, 45, 109-116.
- Sunde, M.L. 1984. Factors affecting ration efficiency for layers. *Poultry Digest*, 43, 504.