



### Æggehvidens protein- og tørstofindhold, bestemt ved refraktometri. Sammenhæng mellem dette og nogle produktionsegenskaber hos to specialiserede æglægningslinier

*Af Thorkil Ambrosen og Poul Sørensen  
Afdelingen for forsøg med fjerkræ*

En metode til indirekte bestemmelse af æggehvidens tørstofindhold ved refraktometri er beskrevet. Metoden er hurtig, og samtidig giver den med rimelig stor sikkerhed ( $R^2 = 0,87$ ) udtryk for tørstofprocenten. Der er konstateret en sikker forskel på to specialiserede linier af æglægningstype, hvad angår æggehvidens tørstofindhold. Grundlaget herfor er undersøgelse af 500 æg fra hver linie, bestående af 110 høner, og æggene er indsamlet over en periode på 15 uger, fra hønerne var 45 uger. På samme æg kunne ikke konstateres sammenhæng mellem hvidehøjde og tørstofindhold. Æggehvidens tørstofprocent er i undersøgelsen fundet at være positivt korreleret med rugeæggenes befrugtningprocent.

#### Indledning

I det fællesskandinaviske selektionsforsøg med høner af æglægningstype anvendes i 2 linier specialiseret selektion. I den ene linie avles alene for høj æggydelse, medens der i den anden linie udelukkende avles for høj ægvægt. Denne specialiserede avlsmetode kan give anledning til, at æggets sammensætning divergerer for de to linier. En af de komponenter, der kan tænkes at ville ændre sig, er æggehvidens tørstofindhold. Derfor er iværksat en række undersøgelser, der har til formål, dels at fastslå, hvorvidt æggehvidens tørstofindhold ændrer sig ved den specialiserede avlsmetode, dels at beregne sammenhæng mellem denne egenskab og en række andre ægkvalitetsmål samt rugbarhedsmål, og endelig at bestemme arvelige parametre i relation hertil. I nærværende meddelelse beskrives udviklingen af en metode til bestemmelse af tørstof i æggehvide samt tørstof-

indholdets samvariation med hvidehøjde, ægvægt og rugbarhed.

#### Materialer og metoder

I undersøgelsen indgik æg fra høner i anden selektionsgeneration af det fællesskandinaviske projekt, nemlig 110 høner fra linie 10, der selekteres for højt ægantal, og 110 høner fra linie 11, der selekteres for stor ægvægt.

Ved alderen 45, 52, 56 og 60 uger blev æggene i to på hinanden følgende dage undersøgt. Hver høne kan således maksimalt blive repræsenteret med 8 æg i undersøgelsen.

Af de metoder til bestemmelse af tørstof i æggehviden, der er beskrevet i litteraturen, synes refraktionsmetoden den mest anvendelige, dels giver den en rimelig sikkerhed til bestemmelse af tørstofindholdet, dels er den en hurtig metode (Almquist et al., 1932; Sturkie og Polin, 1954;

Cunningham et al., 1960; Burkhard, 1970). Anvendelse af refraktometri til sådanne undersøgelser bygger på det princip, at der er en retlinet sammenhæng mellem koncentration af en opløsning og den vinkel, hvormed lysstrålen reflekteres og i modsætning til de fleste øvrige fysiske og kemiske målemetoder er refraktometri ikke påvirket af, at måleobjektet findes på gel-form, hvilket betyder, at det er unødvendigt at bringe æggehviden i opløsning.

Ved 3 af i alt 4 undersøgelser blev ca. 12 æg fra hver linie underkastet en nøjere undersøgelse, idet æggehviden fra hvert æg blev delt i en tynd fraktion, der defineres som den hvide, der i et tidsrum af 45 sek. passerer et finmasket net med en maskevidde på 1,5 mm, og en rest, der her bliver betegnet »tyk hvide«. I hver af de 2 hvidefraktioner blev, dels foretaget bestemmelse af det refraktive indeks, dels foretaget proteinbestemmelse ved Kjeldahl-metoden og bestemmelse af tørstofindhold. Formålet med denne undersøgelse var primært at finde lineære sammenhænge mellem det refraktive indeks og proteinprocent henholdsvis tørstofprocent samt at fastlægge den sikkerhed, hvormed de to variable kan bestemmes ved måling af hvidens refraktive indeks. Dernæst søgtes belyst, om det var muligt at anvende det refraktive indeks bestemt på den tynde fraktion af hviden, som mål for protein- og tørstofprocenten i hele hviden. Baggrunden herfor er, at det arbejdsmæssigt er lettere og sikrere fra et udslået æg at udtage 1–2 dråber af den tynde hvide end en tilsvarende mængde af den tykke hvide.

De resterende æg (250–280 pr. undersøgelse) blev vejede enkeltvis og slået ud; på det udslåede æg blev foretaget måling af hvidehøjde samt udtaget 1–2 dråber af hviden til den indirekte bestemmelse af tørstofindhold. Fra alle høner, der har leveret æg til undersøgelsen, er – over to perioder hver på 10 dage – indsamlet æg til rugning, således at undersøgelsen ved 60 uger er placeret midt imellem disse to perioder. Alle rugeæg er stamruget, hvilket indebærer information om befrugtningprocent og klækningprocent for hver høne.

Det indirekte tørstof/proteinindhold i æggehviden blev bestemt med et refraktometer af typen

Abbé A, termostatindstillet til 25°C. Hvidehøjden blev bestemt med et semi-automatisk apparat; æggene var ved undersøgelsen 2–4 dage gamle, og læggeprocenten ved alderen 45, 52, 56 og 60 uger var henholdsvis 44, 69, 72 og 58%. Den lave læggeprocent ved alderen 45 uger skal ses i sammenhæng med et sygdomsangreb af AE på dette tidspunkt.

Hønerne fik en foderblanding, der indeholdt 2725 kcal. OE pr. kg og 132 g fordøjeligt renprotein pr. 3000 kcal.

## Resultater og diskussion

### Fastlæggelse af målemetodens anvendelighed

For at fastlægge sammenhængen mellem det refraktive indeks i hvidefraktionerne og nogle ægkvalitetsfaktorer blev 20–25 æg ved hver af undersøgelseerne ved hønealderen 45, 56 og 60 uger tilfældigt udtaget med halvdelen fra hver linie (i alt 67 æg). I tabel 1 er anført beregnede korrelationer ved alderen 45, 56 og 60 uger. (Værdierne for indekset lå alle i området 1,3501 til 1,3599, hvorfor kun de to sidste cifre blev benyttet i beregningerne).

**Tabel 1. Korrelationer mellem ægkvalitetsfaktorer**

Korrelerede egenskaber	45 uger	56 uger	60 uger	alle
R <sub>1</sub> A – Prot. % i A . . . . .	0,95	0,89	0,84	0,84
R <sub>1</sub> A – R <sub>1</sub> B . . . . .	0,95	0,84	0,90	0,92
R <sub>1</sub> A – Tørstof % i A . . . . .	0,96	0,92	0,67	0,86
R <sub>1</sub> B – Prot. % i B . . . . .	0,96	0,86	0,94	0,85
R <sub>1</sub> B – Tørstof % i B . . . . .	0,94	0,86	0,93	0,94
Prot. % i A – Prot. % i B . . . . .	0,90	0,85	0,83	0,85
Tørs. % i A – Tørs. % i B . . . . .	0,93	0,83	0,66	0,83
R <sub>1</sub> A – Prot. % i A+B . . . . .	–	–	–	0,82
R <sub>1</sub> A – Tørs. % i A+B . . . . .	–	–	–	0,93

R<sub>1</sub> = Refraktivt indeks; A = Tynd hvide; B = Tyk hvide.

Af tabellen fremgår, at der er en høj korrelation på indekset og hvidens proteinprocent henholdsvis tørstofprocent, såvel i tynd som tyk hvide. Alle angivne korrelationer er stærkt signifikante ( $P < 0,01$ ). Regressionsberegninger ved hver af de tre undersøgelser udviste ikke større afvigelser undersøgelseerne imellem end, at det blev fundet forsvarligt at lave én regressionsanalyse for hver af de korrelerede egenskaber, hvor

alle tre undersøgelser indgik. Regressionsberegningen på det refraktive indeks i den tynde hvide og protein- henholdsvis tørstofprocenten i hele æggehviden gav følgende resultat:

$$(1) Y_P = 0,0371 \cdot x + 8,2465; R^2 = 0,69$$

$$(2) Y_T = 0,0501 \cdot x + 9,2424; R^2 = 0,87,$$

hvor

$Y_P$  = Proteinprocenten i hele æggehviden  
 $Y_T$  = Tørstofprocenten i hele æggehviden  
 $x$  = Det refraktive indeks i den tynde hvide ( $R_1A$ ), udtrykt ved de to sidste cifre af indekset (eks. 1,3545 skrives som »45«).

Tørstofprocenten i hele æggehviden, udtrykt indirekte ved det refraktive indeks i den tynde hvide, kan bestemmes med lidt større sikkerhed

end proteinprocenten. Proteinprocenten, angivet indirekte efter ligning (1), må dog betragtes som tilstrækkelig sikker, idet korrelationen på det refraktive indeks i den tynde hvide og proteinprocenten i hele æggehviden er af en acceptabel størrelse ( $r = 0,82$ ); og korrelationen på protein- og tørstofprocenten i hele æggehviden er beregnet til 0,88. I det følgende er protein- og tørstofprocent udtrykt indirekte ved ligningerne (1) og (2).

#### Forhold omkring æggets sammensætning for to specialiserede linier

For linierne 10 og 11 er beregnet liniegennemsnit ved alderen 45, 52, 56 og 60 uger for ægvægt, hvidehøjde, »Haugh unit« (Haugh, 1937), protein- og tørstofprocent i æggehviden (tabel 2).

**Tabel 2. Æggehvidekvalitet og ægvægt med stigende hønealder**

Egenskab	Linie	45 uger	52 uger	56 uger	60 uger	Gns.
Prot. i æggehvide, %	10	9,95	9,54	9,43	9,33	9,54
	11	10,32	9,79	9,77	9,56	9,82
Tørs. i æggehvide, %	10	11,55	10,99	10,84	10,70	10,99
	11	12,05	11,33	11,30	11,02	11,37
Hvidehøjde, mm	10	5,41	6,00	5,99	6,55	6,01
	11	5,42	5,82	5,77	6,28	5,84
Haugh unit	10	74,4	76,4	75,8	79,9	76,6
	11	71,9	72,8	72,3	75,9	73,2
Ægvægt, g	10	54,9	60,4	62,1	62,5	60,4
	11	60,4	66,8	67,0	68,4	66,2

De to linier adskiller sig tydeligt i alle egenskaber, angivet i tabel 2. Linieforskellen er for alle anførte egenskaber signifikant ( $P < 0,05$ ). Protein- og tørstofprocenten i æggehviden falder med stigende hønealder. For hvidehøjden og »Haugh unit« gør det modsatte sig gældende, idet der her er tale om en mindre stigning; ægvægten stiger ligeledes med stigende hønealder. Spredningen for de forskellige egenskaber var for begge linier ca. 4,9 for ægvægt, ca. 0,85 for hvidehøjde, ca. 6,7 for »Haugh unit« og ca. 0,60 for tørstofindholdet.

Gentagelseskoefficienten er et udtryk for sammenhængen mellem gentagne mål for en given egenskab hos samme høne. Gentagelseskoefficienten mellem undersøgelser er beregnet på grundlag af 1 æg pr. undersøgelse og giver udtryk for, hvor godt hønen gentager sig selv over aldersperioden 45–60 uger. Værdien 1 angiver

fuldstændig sammenhæng, og 0 angiver ingen sammenhæng. I tabel 3 er vist gentagelseskoefficienter for nogle af de registrerede egenskaber.

Undersøgelsen ved 45 uger er ikke taget med i den ene kolonne i tabel 3, idet hønerne på dette tidspunkt var ramt af et AE-angreb. Dette har

**Tabel 3. Gentagelseskoefficienter for nogle ægkvalitetsmål**

Linie	Mellem undersøgelser			
	alle		52,56 og 60 ug.	
	10	11	10	11
Protein-tørstof %	0,49	0,56	0,51	0,62
Ægvægt	0,61	0,53	0,72	0,62
Hvidehøjde, mm	0,49	0,45	0,56	0,54
Antal æg/høne	3,2	3,1	2,6	2,6

ikke berørt ægget nævneværdigt med hensyn til protein- og tørstofindholdet, hvidehøjde og »Haugh unit«, hvorimod ægvægten var 3–5 g mindre end forventet, og disse forhold har tyde-

ligvis påvirket gentagelseskoefficienten mellem undersøgelser. Korrelationer på tørstofindholdet i æggehviden og nogle rugbarhedsmål fremgår af tabel 4.

**Tabel 4. Korrelationer mellem rugbarhedsmål og ægkvalitetsmål**

Egenskab	Nr.	Korrelation*					
		1	2	3	4	5	6
Befrugtnings %	1	—	0,06	0,60	0,38	-0,03	0,14
Klækningsprocent	2	0,32	—	0,83	0,17	-0,25	-0,16
% kyllinger	3	0,76	0,85	—	0,36	-0,22	-0,03
Tørstofprocent	4	0,24	0,16	0,19	—	-0,01	0,12
Ægvægt	5	0,02	-0,14	-0,07	0,14	—	0,27
Hvidehøjde	6	-0,14	-0,10	-0,15	0,02	0,25	—

\* For  $r > 0,22$  og  $r < -0,22$  gælder, at  $P < 0,05$ .

Linie 11 er anført over og linie 10 under diagonalen. Korrelationen på befrugtningsprocent og tørstofprocent i æggehviden er for begge linier positive og signifikante, hvilket er i overensstemmelse med Romanoff (1943). For korrelationerne på hvidehøjde og rugbarhedsmålene ses i de fleste tilfælde små negative koefficienter for begge linier.

Korrelationen på tørstofindholdet i æggehviden og hvidehøjde blev beregnet til 0,02 for linie 10 og 0,12 for linie 11; hvidehøjden angiver således ikke noget om æggehvidens tørstofindhold.

### Konklusion

Sammenhængen mellem det refraktive indeks i den tynde æggehvide og protein- henholdsvis tørstofprocenten i hele æggehviden er af en sådan størrelse ( $r = 0,82$  og  $0,93$ ), at en måling af indekset i den tynde hvide kan betragtes som et sikkert indirekte mål for protein- og tørstofprocenten i hele æggehviden. To specialiserede linier, der primært divergerer med hensyn til ægvægt, viser signifikant forskel i æggehvidens indhold af protein og tørstof samt hvidehøjde. Forskellen i protein- og tørstofindhold skyldes ikke forskel i ægvægten, idet korrelationen på protein- og tørstofindhold og ægstørrelse er lille og ikke signifikant. Hvidehøjden er ikke signifikant korreleret med protein- og tørstofindhold.

Rugeæggenes befrugtningsprocent er positivt korreleret med protein- og tørstofindholdet i æggehviden. Denne korrelation er størst hos linie 11, der er selekteret for store æg.

### Litteratur

- Almquist, H. J., F. W. Lorenz, and B. R. Burmeister (1932). Determination of Solid Matter and Density of Egg White by the Refractometer. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 4:305–306.
- Burkhardt, Anna-Dorothee (1970). Qualitative Eigenschaften von Eiklar und Eigelb und ihre Beeinflussung durch Tieralter und Lagerungsdauer. Dissertation, Hohenheim.
- Cunningham, F. E., O. J. Cotterill, and E. M. Funk (1960). The Effect of Season and Age of Birds. 1. On Egg Size, Quality and Yield. *Poultry Science* 39:289–299.
- Haugh, R. R. (1937). The Haugh Unit for Measuring Egg Quality. *U.S. Egg Poultry Mag.*, 43:552–555.
- Romanoff, A. F. (1943). Morphological and Physicochemical Differentiation in Various Layers of Avian Albumen. *Food Research* 8:286–291.
- Sturkie, P. D., and D. Polin (1954). Role of the Magnum and Uterus in Determination of Albumen Quality of Laid Eggs. *Poultry Science* 33:9–17.