



Effekten af rapsfrø i foder til brunægs-æglæggere på TMA-lugt og andre kvalitetsegenskaber af æg

The effect of rapeseed in feed for brown-egg layers on TMA taint and other egg quality traits

Marianne Hammershøj
Afdeling for Råvarekvalitet

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele • Tlf. 89 99 19 00 • Fax 89 99 19 19
Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens • Tlf. 75 60 22 11 • Fax 75 62 48 80

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne.

Institutionen omfatter følgende forskningsafdelinger: Afdeling for Ernæring, Afdeling for Råvarekvalitet, Afdeling for Avl og Genetik, Afdeling for Sundhed og Velfærd, Afdeling for Jordbrugsteknik og Produktionssystemer samt Centrallaboratorium. Servicefunktionerne varetages af Afdeling for Landbrugsdrift, Afdeling for

Stalddrift samt af Statens Husdyrbrugsforsøgs Sekretariat.

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale, videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på årsrapporter, forskningsrapporter, beretninger og informationsblad kan tegnes ved henvendelse til ovenstående adresse.

DANISH INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele • Tel +45 89 99 19 00 • Fax +45 89 99 19 19

Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens • Tel +45 75 60 22 11 • Fax +45 75 62 48 80

The aim of the Danish Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research, great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare, and to the quality and competitiveness of the agricultural products along with a rapid and efficient dissemination of the results.

The institute comprises six research departments: Dept. for Nutrition, Dept. for Product Quality, Dept. for Breeding and Genetics, Dept. for Animal Health and Welfare, Dept. for Agricultural Engineering and Production Systems, and a Cen-

tral Laboratory. Service departments include Dept. for Farm Management and Services, Dept. for Livestock Management, and a Secretariat.

The research departments for animal science together with management and service departments are located at Research Centre Foulum. The technical research takes place at Research Centre Bygholm.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the Danish Institute of Animal Science. For subscription to reports and other publications please contact the above address.

Forskningsrapport nr. 45

fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Effekten af rapsfrø i foder til brunægs-æglæggere på TMA-lugt og andre kvalitetsegenskaber af æg

*The effect of rapeseed in feed for
brown-egg layers on TMA taint and other
egg quality traits*

Marianne Hammershøj
Afdeling for Råvarekvalitet

Indholdsfortegnelse

Contents	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Indledning	7
2 Materiale og metode	9
2.1 Forsøgsplan	9
2.2 Lugtscreening for TMA i æggene	10
2.3 Foderindtag og ægproduktion	13
2.4 Ægkvalitet	13
2.5 Statistisk analyse	13
3 Resultater	14
3.1 Rapsfrø	14
3.2 Lugtscreening	14
3.3 Foderindtag	18
3.4 Dødelighed	18
3.5 Ægproduktion	19
3.6 Ægkvalitet	19
4 Diskussion	24
5 Konklusion	26
Anerkendelser	28
Litteratur	29

Contents

Danish summary	5
English summary	6
1 Introduction	7
2 Materials and methods	9
2.1 Experimental design	9
2.2 Screening for TMA taint in eggs	10
2.3 Feed intake and egg production	13
2.4 Egg quality	13
2.5 Statistical analysis	13
3 Results	14
3.1 Rapeseeds	14
3.2 Screening for TMA taint	14
3.3 Feed intake	18
3.4 Mortality	18
3.5 Egg production	19
3.6 Egg quality	19
4 Discussion	24
5 Conclusion	26
Acknowledgements	28
References	29

Sammendrag

Ønske om anvendelse af rapsfrø i foderet til æglæggende høner og om samtidig at have en produktion af brunskallede æg, medfører et problem med en fiskeagtig lugt og smag i æggene. Det vides, at dette skyldes trimethylamin (TMA), som visse brunægs-æglæggere på grund af en genetisk defekt i leverenzymet TMA-oxidase ikke kan nedbryde til det lugtfrie trimethylaminoxid (TMAO). TMA dannes ud fra sinapin, som findes i rapsfrø og rapsskrå, og enzymets aktivitet inhiberes samtidig af rapsfrø glucosinolater, især progoitrin efter omdannelse til goitrin.

Formålet med nærværende forsøg var at finde frekvensen af æg med TMA-lugt hos to linier af brune æglæggere samt at undersøge, om der er en dosisafhængighed af rapsfrøniveau i foderet på frekvensen af æg med TMA-lugt.

I forsøget blev 370 Lohmann Brown og 380 ISA Brown testet for forekomsten af TMA-lugt i æg ved fodring med 15% rapsfrø. Efter identifikation af høner, som lagde æg med TMA-lugt (TMA-positive), og høner, som ikke lagde æg med TMA-lugt (TMA-negative), blev disse fodret med rapsfrø i niveauerne 0, 5, 10, 15 og 20% i foderet.

Rapsfrøenes glucosinolat- og sinapinindhold blev analyseret, og det viste sig at ligge repræsentativt inden for normalområdet i danske rapsfrø. Ægproduktionen og dødeligheden blev registreret under hele forsøget fra hønealderen 35 uger til 60 uger. Ægkvaliteten blev målt 4 gange i forsøgsperioden og omfattede ægvægt, hvidehøjde, Haugh Units, skalvægt og skalprocent. Ved niveaufodringen blev foderindtaget registreret.

Resultaterne viste, at i en vilkårlig flok af de to hønelinier var der 12,5% af æg fra ISA Brown hønerne og 8,9% af æg fra Lohmann Brown hønerne, som havde erkendtlig TMA-lugt ($P < 0,01$). Mere end 19 dage efter at fodring med 15% rapsfrø i foderet var ophørt, kunne der stadig registreres æg med TMA-lugt.

Ved niveaufodring af høner med 0-20% rapsfrø var der en signifikant effekt af raps i foderet på forekomsten af æg med TMA-lugt ($P < 0,001$), idet ingen æg blev registreret med TMA-lugt fra høner fodret med 0% rapsfrø. For TMA-positive høner havde rapsfrøniveau signifikant effekt på frekvensen af æg med TMA-lugt og kunne beskrives ved lineære regressioner med $r^2 = 0,69$ for Lohmann Brown og $r^2 = 0,47$ for ISA Brown. TMA-negative høner lagde dog æg med TMA-lugt ved højere rapsfrøniveauer, men der var kun en svag lineær sammenhæng for Lohmann Brown.

I modsætning til tidligere observationer kunne der ikke konstateres forskel på foderindtag og foderudnyttelse i relation til rapsfrøniveau. Ægproduktionen (ægvægt, lægge-% og ægmasse) blev negativt påvirket i den første periode med 15% rapsfrø i forhold til den efterfølgende periode med 0% rapsfrø, men der var ingen effekt af rapsfrøniveau. Ægkvaliteten blev ikke signifikant påvirket, hvor tidligere resultater har vist ringere hvidekvalitet og divergerende effekter på skallens kvalitet, når hønerne fodres med raps.

Det konkluderes, at selv 5% rapsfrø i foderet til brunskallede æglæggere er tilstrækkeligt til, at TMA-lugt i æggene kan registreres.

Nøgleord : Æglæggende høner, brunskallede æg, rapsfrø, trimethylamin, ægkvalitet, lugtfejl, fodring.

Summary

As a result of an increasing interest in using rapeseed in the feed for egg-laying hens and combining this with the production of brownshelled eggs, the problem with a fishy taint and taste (TMA taint) in the eggs arises. It is known that TMA taint is due to the presence of trimethylamine (TMA), which some brownshelled layers cannot oxidate into the odourless trimethylamine-oxid (TMAO), because of a genetic defect of the enzyme trimethylamine-oxidase in the liver. TMA is synthesised from sinapine, which is present in rapeseed and rapeseed meal. As a contributing factor, the content of glucosinolates in rapeseed, especially progoitrin converted into goitrin, also inhibits the activity of the enzyme.

The purpose of this experiment was to find the frequency of eggs with TMA taint in two lines of brown-egg laying hens, as well as to examine the effect of different levels of rapeseed in the diet on the TMA taint presence and other egg quality parameters.

In total, 370 Lohmann Brown and 380 ISA Brown were tested for the presence of TMA taint in the eggs after feeding a diet with 15% rapeseed. After identification of hens laying eggs with TMA taint (TMA-positive) and hens laying eggs without TMA taint (TMA-negative), diets with increasing levels of rapeseed at 0, 5, 10, 15 and 20% were fed.

The content of glucosinolates and sinapine in the rapeseed was analysed, and the lot showed to be representative of the seeds harvested in Denmark in 1993. Egg production and mortality were registered during the experimental period from 35 weeks of age to 60 weeks of age. The egg quality was measured four times during the experiment and included egg weight, albumen height, Haugh Units, shell weight and shell percentage. When

feeding different levels of rapeseed, the feed intake was registered.

The results showed that 12.5% of the eggs from ISA Brown hens and 8.9% of eggs from Lohmann Brown hens had a TMA taint ($P < 0.01$). More than 19 days after feeding of the diet with 15% rapeseed, it was still possible to detect eggs with TMA taint.

Feeding the hens diets with rapeseed levels of 0-20% showed a significant effect on the presence of TMA taint in the eggs ($P < 0.001$) as no eggs from the diet without rapeseed were identified as having as TMA taint. For the TMA-positive hens of both lines, the level of rapeseed had a positive correlation to the frequency of eggs with TMA taint, which could be described by linear regressions with $r\text{-squared} = 0.69$ for Lohmann Brown and 0.47 for ISA Brown. The TMA-negative hens showed only a weak linear connection with the incidence of TMA taint eggs.

In contradiction to earlier observations, there was no difference in feed intake and feed conversion with different rapeseed levels, which can be explained by the low content of glucosinolates of rapeseeds grown today in contradiction to earlier varieties. The egg production; egg weight, laying percentage and eggmass/ hen/day, were negatively affected in periods when the hens were fed 15% rapeseed compared to periods with 0% rapeseed, but no effect of rapeseed level was observed. Rapeseeds in the diet had no effect on the egg quality, where other results show loss in albumen quality and altering effects on the shell quality.

It was concluded that the level of 5% rapeseed in the diet for hens laying brownshelled eggs is sufficient to produce a recognizable TMA taint.

Key words: Laying hens, brown-shelled eggs, rapeseed, trimethylamine, egg quality, taint, feeding.

1 Indledning

I såvel Danmark som det øvrige Europa og på verdensbasis produceres en stigende mængde raps, som man dels ønsker at anvende til husdyrfoder dels til levnedsmidler. Her i landet er tilgængeligheden af raps god, og rapsfrø har en høj energikoncentration og er ofte økonomisk konkurrencedygtig overfor andre naturlige foderemner til æglæggende høner.

Forbrugernes præferencer m.h.t. skalfarven på konsumæg er samtidig ændret i Danmark og andre vesteuropæiske lande. I takt med udviklingen af alternative produktionssystemer til æglægningsburene, er de brunskallede æg hos forbrugerne blevet kendetegnende for alternativt producerede æg. Hvidskallede æg associeres til æg produceret i bursystemer. Produktionen af brunskallede æg herhjemme udgjorde pr. 1. januar 1995 51% af totalproduktionen (Jensen, 1995), mens andelen i UK i 1984 lå på over 90% (Butler & Fenwick, 1984). De to brune hønelinier, som udgør hovedparten i den danske ægproduktion er Lohmann Brown og ISA Brown. De fordeler sig med hhv. 34% og 17% af det totale antal æglæggere (Jensen, 1995).

En kombination af ovennævnte to faktorer, brunskallede æg og fodring med rapsskrå eller rapsfrø til æglæggende høner, har tidligere vist sig at give problemer m.h.t. smagen og lugten af æggene (Bolton et al., 1976).

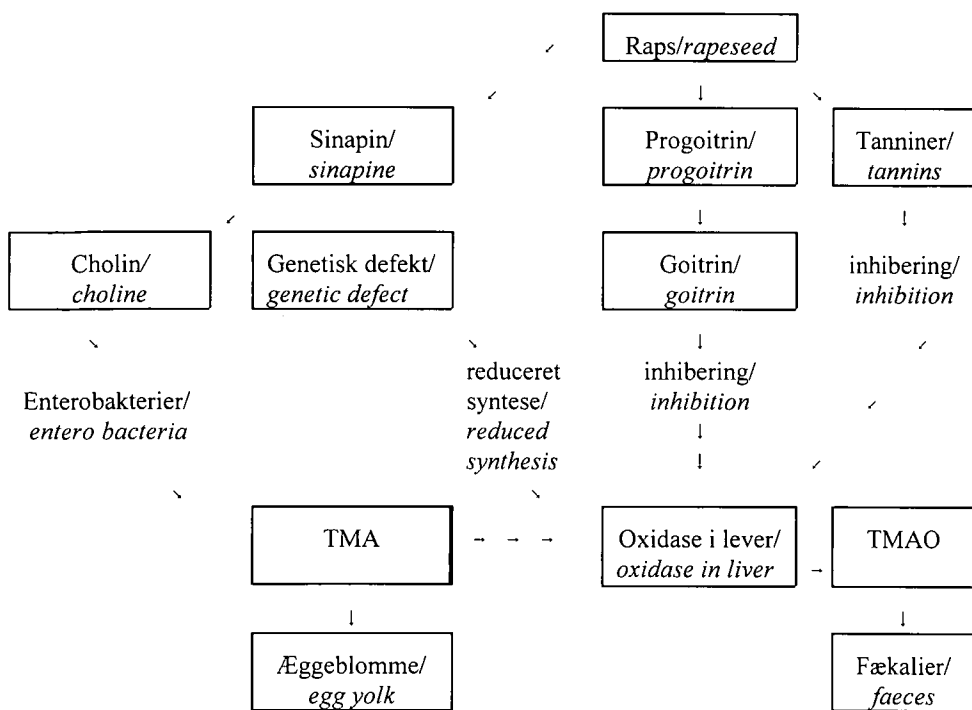
"Fisket" lugt af æg er førhen ofte registreret, når rapsskrå har været anvendt som proteinsupplement (Butler & Fenwick, 1984). Den samme situation opstår ved fodring med store mængder fiskemel. I begge tilfælde vides det, at "fisket" lugt skyldes tilstedeværelsen af trimethylamin $N(CH_3)_3$ (TMA) i blommen. Allerede for mere end 60 år siden blev lugten beskrevet af Vondell (1932), dog uden at årsagen til problemet kunne identificeres.

Fodring med rapsskrå (Hobson-Frohock et al., 1973; 1977; Pearson et al., 1979a; 1979b; Vogt & Torges, 1976; Bolton et al., 1976; Goh et al., 1984), fodring med rapsfrø (Willeke, 1980) og fodring med sinapin (Goh et al., 1979) har givet anledning til enten fund af forhøjede koncentrationer af TMA i æggene eller registrering af æg med TMA-lugt.

På baggrund af denne viden, som ligger 10-20 år tilbage, indførte danske foderstofvirksomheder en praksis på maximal iblanding af 5% rapsfrø i foderblandinger til brunægs-æglæggere. Denne grænse anvendes stadig, uden egentligt kendskab til om niveauet er rigtigt for at undgå smags- og lugtproblemer i æggene. Dette har samtidig betydet højere foderomkostningerne for produktionen af brunskallede æg i forhold til hvidskallede æg p.g.a. en økonomisk fordel ved anvendelse af rapsfrø.

Med mellemrum er der fremkommet enkelte klager fra forbrugere, som registrerer en fisket lugt i æg. Det har dog ikke været muligt at afgøre, hvorledes hønerne har været fodret på det produktionstidspunktet. Alle mennesker er dog ikke lige følsomme m.h.t. at erkende TMA, og ved en sammenblanding af flere æg opnås en fortyndningseffekt, og den totale koncentration af TMA kan komme under det registrerbare niveau.

En sammenfatning af de faktorer, der formodes at være involveret i metabolismen af TMA i hønen, er illustreret i figur 1. Den normale omsætning hos høner, som lægger æg uden TMA-lugt, er en absorption fra tarmkanalen af TMA, som via det microsomale enzym TMA-oxidase i leveren og nyrerne omdannes til det lugtfrie TMA-oxid (TMAO), som udskilles gennem gødningen.



Figur 1 Dannelse af TMA ved fodring med raps og aflejring i æg ved manglende eller nedsat TMA-oxidaseaktivitet ved omdannelse af TMA til TMAO

TMA formation when feeding rapeseed and deposition in eggs at lacking or reduced TMA oxidase activity at TMA to TMAO conversion

Dannelsen af TMA i tarmen hos hønen, når der fodres med rapsfrø eller rapsskrå, sker ud fra sinapin, som er cholinesteren af 4-hydroxy-3,5-dimethoxy-kanelsyre. Indholdet af sinapin i raps hydrolyseres til sinapinsyre og cholin, hvoraf sidstnævnte er et essentielt næringsstof, som ofte direkte tilsættes æglæggefoder. Absorptionen af cholin synes at være reduceret, når det tilføres i form af sinapin (Butler & Fenwick, 1984), hvilket betyder, at mere cholin er tilgængeligt for bakteriel nedbrydning i tarmen til TMA og ethylen-glycol. Ligeledes er oxidationsproduktet af cholin; betain også en kilde til TMA.

Niveauet af glucosinolater i rapsskrå eller rapsfrø har vist sig at være medvirkende til nedsatte TMA-oxidaseaktiviteten i lever og nyrer og forøge indholdet af TMA i æg (Pearson et al., 1983; Fenwick et al., 1984). Især omdannelsen af progoitrin (2-hydroxy-3-butenylglucosinolat) via

myosinase i tarmen til goitrin er en effektiv inhibitor af TMA-oxidase. *In vitro*-eksperimenter har vist, at goitrin virker ved at konkurrere med TMA om det aktive center af enzymet (Butler and Fenwick, 1984). Tanniner inhiberer ligeledes TMA-oxidationen, men spiller en mindre rolle i forhold til effekten af goitrin på TMA-oxidase (Pearson et al., 1983).

Andre har fundet, at det totale glucosinolatindhold ikke har betydning for TMA-indholdet i æg, men derimod specifikt at mængden af frit oxazolidinethione (OZT) spiller en afgørende rolle (Goh et al., 1983) sandsynligvis også ved at nedsætte aktiviteten af TMA-oxidase (Pearson et al., 1979a).

De rapssorter, som dyrkes i dag i Europa, er som regel dobbeltlave, d.v.s. de har et lavt indhold af erucasyre og et lavt glucosinolatindhold.

Idet det kun er brunægs-æglæggere, som har problemer ved fodring med raps, indicerer dette, at der er en genetisk faktor involveret i problemet, men denne er ikke koblet til skalfarven, som det nogle gange er foreslået (Butler & Fenwick, 1984). Den metaboliske defekt har ligesom glucosinolaternes virkning vist sig primært at ligge i TMA-oxidaseaktiviteten.

Hos ca. 70% af Rhode Island Red (kommerciel hybrid), der lægger brunskallede æg, er TMA-oxidaseaktiviteten i leveren under 150 nmol/g/30min (Butler & Fenwick, 1984). Samme mønster ses hos Brun Italiener (ren linie), der lægger hvidskallede æg, og ca. 40% af populationen har samme defekt. Derimod ligger aktiviteten af TMA-oxidase i de to kommercielle hybrider New Hampshire, der lægger brunskallede æg, og Hvid Italiener, der lægger hvidskallede æg, over 200 nmol/g/30 min for alle individer i populationerne.

Der er tydeligvis en variation mellem forskellige hønelinier i risikoen for tilstedeværelse af TMA-lugt i æg, som ikke har tilknytning til skalfarven.

At der så kun ses problemer i produktionen af brune æg skyldes i højere grad, at Rhode Island Red i krydsninger er dominerende som kommercielle æglæggerlinier herhjemme og i andre lande.

TMA i æggene skyldes således både en genetisk defekt, nedbrydning af sinapin og tilstedeværelsen af goitriner og tanniner, som alle er medvirkende til at inhibere TMA-oxidaseaktiviteten.

Formålet med nærværende forsøg var at finde frekvensen af høner fra de to væsentligste linier af brunskallede æglæggere i den danske ægproduktion, som aflejrer TMA i mængder, der forårsager "fisket" lugt i æggene ved fodring med relativt højt indhold af rapsfrø i foderet. Dernæst var formålet at undersøge, hvorledes disse høner påvirkes af fodring med forskellige rapsfrø-niveauer m.h.t. TMA-lugt i æggene og andre ægproduktions- og kvalitetsparametre.

Målet er at få afgjort, om grænsen på 5% rapsfrø i foderet til brunskallede æglæggere i Danmark er et acceptabelt niveau.

2 Materiale og metode

2.1 FORSØGSPLAN

Til forsøget blev anvendt to afstamninger af brunskallede æglæggere hhv. ISA Brown høner og Lohmann Brown høner. Begge afstamninger er krydsninger mellem Rhode Island Red og Hvid Plymouth Rock. Der blev ved forsøgets start indsat 750 høner med alderen 35 uger opdelt i 48 blokke á 16 høner, fordelt med 24 blokke af hver afstamning. Forsøget sluttede, da hønealderen var 60 uger. Forsøgets opbygning er illustreret som flow-diagram i figur 2.

Alle hønerne blev først fodret med 15% hele rapsfrø i foderet sammensat som vist i tabel 1. I tabel 2 er vist det beregnede indhold af nærings-

stoffer i foderblandingerne. Æggene blev screenet for tilstedeværelsen af TMA-lugt. Lugtbedømmelsen blev foretaget 3 gange, som beskrevet i afsnit 2.2.

På baggrund af lugtbedømmelsernes resultater blev høner, som lagde æg med TMA-lugt (TMA-positive), delt op i hold, som fodredes med hhv. 0%, 5% og 10% rapsfrø i foderet. Samtidig fordeltes en del af de høner, som lagde æg uden TMA-lugt (TMA-negative) på foderblandinger med 0%, 5%, 10%, 15% og 20% rapsfrø i foderet. Herefter blev æggene screenet 3. gang for at fastslå, om frekvensen af æg med TMA-lugt er påvirket af mængden af rapsfrø i foderet ud fra kend-

380 ISA Brown + 370 Lohmann Brown

↓
Fodring med 15% rapsfrø/
Feeding 15% rapeseed

↓
1. organoleptiske test for: **TMA-lugt i æg pr. blok á 4 høner/**
1st organoleptic test for: TMA tainted in eggs per group of 4 hens

↓
Fodring med 0% rapsfrø/
Feeding 0% rapeseed

↓
Løbende lugttest af: **tidsforløb til "nulstilling" af TMA-positive høner/**
Running sniff test of: period until "neutralization" of TMA positive hens

↓
Fordeling af 311 høner i individbure og fodring med 15% rapsfrø igen/
Allocation of 311 hens in individual cages and feeding 15% rapeseed again

↓
2. organoleptiske test for: **TMA-lugt i æg på individniveau/**
2nd organoleptic test for: TMA tainted in eggs at individual level

↓
"Nulstilling" med fodring med 0% rapsfrø/
"Neutralization" by feeding 0% rapeseed

↓
43 positive TMA-høner/
43 positive TMA hens

↓
186 negative TMA-høner/
186 negative TMA hens

↓
0, 5, 10% rapsfrø/
0, 5, 10% rapeseed

↓
0, 5, 10, 15, 20% rapsfrø/
0, 5, 10, 15, 20% rapeseed

↓
3. organoleptiske test for: **dosis-respons af rapsfrø/**
3rd organoleptic test for: dose response of rapeseed

Figur 2 Illustration af forsøgsplan for fodring med rapsfrø til brunægs-ægglæggere
Illustration of experimental design for feeding rapeseed to brown-egg layers

skabet til hønernes tidligere reaktion ved fodring med rapsfrø. Døde høner blev registreret under hele forsøget.

Rapsfrøene, som stammede fra høståret 1993, blev analyseret kemisk for tørstof, aske, total N, fedtindhold ved etherekstraktion (Stoldt, 1952), stivelse og sukker (AOAC, 1984). Desuden blev rapsfrøenes indhold af glucosinolater og sinapin bestemt ved kapillarelektroforese (Sørensen, 1993), og resultatet heraf er vist i tabel 3.

2.2 LUGTSCREENING FOR TMA I ÆGGENE

Et testpanel bestående af 3 dommere blev udvalgt efter en triangeltest (Mogensen & Jespersen, 1989) af medarbejdere fra afdelingen. Triangeltesten bestod af vandige opløsninger af TMA i koncentrationerne 0, 2 og 10 µg/ml ud fra et kendskab til at grænsen for organoleptisk registrering af TMA ligger omkring 1 µg/g levnedsmiddel (Goh et al., 1979). TMA-lugt kan beskrives som fisket, reje- eller krabbeagtig. Det tre opløsninger blev

opstillet i 6 grupper med tre prøver i hver, kombineret med 2 prøver af samme opløsning og 1 afvigende prøve. Kun personer, som kunne udpege 5 ud af de 6 afvigende prøver, blev accepteret til testpanelet.

Lugtscreeningen af æg blev foretaget efter metoden beskrevet af Goh et al. (1979), hvor en person, som ikke er en af dommerne, slår ægget ud, og alle tre dommere snuser til det indvendige af æggeskallen. Selv om TMA aflejres i æggeblommen, vil TMA-lugten være erkendelig i hele ægget. Der blev givet karakter efter skalaen 0 = ingen TMA-lugt, 1 = svag TMA-lugt og 2 = stærk TMA-lugt. Der blev til hver lugtscreening indsamlet æg, som var højst 24 timer gamle.

1. screening:

Til den første lugtscreening indsamledes æggene efter 17, 18 og 19 dages fodring. Æggene blev bedømt pr. bur á 4 høner og havde til formål at afgøre, om der var høner, som lagde æg med TMA-lugt. Herefter blev hønerne taget fra foderet med 15% rapsfrø og fodret med blanding med 0% rapsfrø.

Æg fra 4 udvalgte bure, hvor høner havde vist sig stærkt positive i den første test, blev derefter lugttestet efter 5, 8, 12, 15, og 19 dage uden rapsfrø i foderet for at undersøge, hvor længe efter endt fodring med rapsfrø TMA blev aflejret i æggene.

Resultatet af 1. lugtscreening dannede baggrund for fordeling af i alt 311 høner i individuelle bure. Disse fordelte sig med 122 Lohmann Brown og 189 ISA Brown.

2. screening:

Den anden lugtscreening foregik på individniveau, idet formålet nu var at identificere, hvilke høner der lagde æg med TMA-lugt. Æggene blev testet efter 29 og 30 dage, og på baggrund af resultaterne blev 229 høner udvalgt til sidste del af forsøget. Disse fordelte sig med 105 Lohmann Brown og 124 ISA Brown.

Herefter blev hønerne igen "nulstillet" ved fodring i 24 dage med 0% rapsfrø i foderet.

Tabel 1 Sammensætning af foderblandinger med stigende rapsfrøindhold

Composition of diets with increasing rapeseed content

Fodermidler, %/feedstuffs, %	Rapsfrøindhold/rapeseed content				
	0%	5%	10%	15%	20%
Hvede/wheat	31,35	29,65	26,80	23,85	18,00
Byg/barley	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Havre/oats	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Majs/corn	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sojaolie/soya bean oil	3,50	1,80	1,00	-	-
Sojaskrå, toasted/soya meal, toasted	12,00	12,40	11,05	10,00	10,85
Rapsfrø/rapeseed	-	5,00	10,00	15,00	20,00
Kødbenmel, askefattigt/meat-bone-meal, poor in ash	5,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Methioninbl., 40%/meth.mix., 40%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Grønmel/grass meal	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Calciumcarbonat/calcium carbonate	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Dicalciumphosphat/dicalcium phos.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
NaCl	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Alfa Avitren 12	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
I alt/totally	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

3. screening:

Den tredje lugtscreening efter fodring med niveauerne 0-20% rapsfrø i foderet blev foretaget efter 29, 30, 31 og 36 dages forløb. Alle æg

på disse dage blev samlet ind, således at æg fra hver høne blev bedømt mindst 2 og max. 3 gange for at opnå så stor sikkerhed på resultatet som muligt.

Tabel 2 Indhold af næringsstoffer i de anvendte foderblandingerne

Content of nutrients in experimental diets

Beregnet indhold/calculated content	Rapsfrøindhold/Rapeseed content				
	0%	5%	10%	15%	20%
MJ total pr. 100 kg/ MJ totally per 100 kg	1137,8	1125,4	1142,5	1153,3	1182,3
Råprotein, %/ crude protein, %	14,51	14,48	14,32	14,34	14,56
Råfedt, %/ crude fat, %	5,39	5,57	6,55	7,36	8,85
Calcium, g/kg/ calcium, g/kg	30,27	29,39	29,11	28,99	28,47
Fosfor, tilg. g/kg/ phosphorus, access. g/kg	3,35	2,98	3,13	3,30	3,43
Linolsyre, g/kg/ linoleic acid, g/kg	22,80	18,12	17,19	15,46	18,00
Lysin, g/10 MJ/ lysine, g/10 MJ	6,57	6,61	6,58	6,68	7,01
Methionin + Cystin, g/10MJ/ methionine + cystine, g/10 MJ	5,49	5,61	5,80	5,70	5,79

Tabel 3 Indhold af næringsstoffer i rapsfrø fra høsten 1993 samt glucosinolat- og sinapinindhold målt i µmol/g og g/100 g rapsfrø

Content of nutrients in rapeseed harvested in 1993 and glucosinolate and sinapine content measured in µmol/g and g/100 g rapeseed

Næringsstoffer:/Nutrients:	Rapsfrø 1993/Rapeseed 1993	
Tørstof, %/dry matter, %	91,77	
Aske, %/ash, %	3,71	
Råprotein, %/crude protein %	19,79	
Råfedt, %/crude fat, %	44,15	
Stivelse, %/starch, %	0,83	
Sukker, %/sugar, %	6,86	
Glucosinolater:/glucosinolates:	µmol/g	g/100 g
Progoitrin	3,64	0,147
Glucoraphenin	0,06	
Napoleiferin	0,20	
Gluconapin	2,77	0,107
4-Hydroxyglucobrassicin	2,83	0,136
Glucobrassicinapin	0,73	
Glucobrassicin	0,17	0,008
Neoglucobrassicin	0,005	0,002
4-Methoxyglucobrassicin	0,005	0,002
Total glucosinolatindhold/total glucosinolate content	10,41	
Sinapin/Sinapine	15,25	0,473

2.3 FODERINDTAG OG ÆGPRODUKTION

Under den sidste del af forsøget med de forskellige niveauer af rapsfrø på 0%, 5%, 10%, 15% og 20% i foderet blev forbruget af hver foderblanding registreret.

Igennem hele forsøgsperioden blev den totale ægproduktion registreret med antal æg og ægvægt (g) pr. blok i første del af forsøget og pr. høne efter fordeling i individbure i sidste del af forsøget. Antal æg blev omregnet til lægge-%, som udtryk for antal æg i forhold til en produktion på 1 æg/høne/dag. Produceret g ægmasse/høne/dag blev udregnet som funktion af ægvægt og lægge-%.

2.4 ÆGKVALITET

Før fodringsforsøget startede op blev der udført ægkvalitetsmålinger ved hønælderen 34 uger, som var fordelt med 4 æg pr. blok * 24 blokke * 2 hønelinier = 192 æg i alt. Dette blev gentaget efter 24 dages fodring med 15% rapsfrø.

Ved hønældrene 56 uger og 59 uger efter hhv. 2 og 24 dages fodring med forskellige rapskoncentrationer blev æg fra alle de høner, som havde lagt æg den pågældende dag, indsamlet til ægkvalitetsmålinger.

Ægkvalitetsmålinger udføres på æg, som efter indsamling er opbevaret ved rumtemperatur 21°C i 6 dage, og omfatter ægvægt, hvidehøjde, Haugh-Unit, skalvægt og skalprocent.

2.5 STATISTISK ANALYSE

Data fra lugtscreeningerne er analyseret ved General Linear Model og Genmod-procedurene i SAS-version 6.08 (SAS Institute Inc., 1989), hvor en chi²-test blev anvendt til at afgøre signifikante forskelle.

Ved den første lugtscreening blev forskel mellem de 3 dommere testet ved model 1 ved anvendelse af enkeltdata for hvert enkelt æg, som alle 3 havde givet en bedømmelse for. Der viste sig ikke at være signifikant effekt af dommer (P=0,086).

$$\text{Model 1: } Y = \mu + a_i + e_{ij}$$

hvor: Y = æg med TMA-lugt

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} dommer, $i = 1, 2, 3$

e_{ij} = den tilfældige restvariation

Herefter er nedenstående model 2, 3 og 4 anvendt på det gennemsnitlige resultat for hvert æg fra de 3 dommere. For de to første lugtscreeninger er anvendt model 2, og for den 3. screening er model 3 anvendt på hver gruppe af hhv. TMA-positive og TMA-negative høner, idet de ikke har fået samme antal behandlinger. Model 4 er en lineær regressionsmodel med rapsniveau som kvantitativ faktor. Modellen er anvendt inden for hver gruppe af høneline med forskellig TMA-status på data for hver høne.

$$\text{Model 2: } Y = \mu + a_i + e_{ij}$$

hvor: Y = antal æg med TMA-lugt/æg testet

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} høneline, $i = 1, 2$

e_{ij} = den tilfældige restvariation

$$\text{Model 3: } Y = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

og

$$\text{Model 4: } Y = \mu + b_j * x_{ijk} + e_{ijk}$$

hvor: Y = antal æg med TMA-lugt/æg testet

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} høneline, $i = 1, 2$

b_j = effekt af det k_{te} rapsniveau, $j = 1-5$ eller $j = 1-3$

e_{ijk} = den tilfældige restvariation

Model 5 er anvendt på data for ægkvalitetsmålinger i første periode og model 6 i sidste periode med forskellige rapsniveauer. Vekselvirkninger mellem hovedfaktorerne inkluderes kun i modellerne, hvor disse er signifikante.

$$\text{Model 5: } Y = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

hvor: Y = ægkvalitetsparameter (ægvægt, hvidehøjde, haugh unit, skalvægt, skalprocent)

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} høneline, $i = 1, 2$

b_j = effekt af det j_{te} tidspunkt, $j = 1, 2$

e_{ijk} = den tilfældige restvariation

Model 6: $Y = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}$

hvor: Y = ægkvalitetsparameter (ægvægt, hvidehøjde, haugh unit, skalvægt, skalprocent)

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} høneline, $i = 1, 2$

b_j = effekt af det j_{te} tidspunkt, $j = 1, 2$

c_k = effekt af det k_{te} rapsniveau, $k = 1-5$

d_l = effekt af den l_{te} TMA-status, $l = 1, 2$

e_{ijklm} = den tilfældige restvariation

Model 7 er anvendt på ægproduktions- og ægkvalitetsparametrene i sidste del af forsøget med individuelle begyndelsesværdier ved 56 ugers alderen for de testede parametre som covariat.

Model 7: $Y = \mu + a_i + b_j + c_k + x_{ijk} + e_{ijkl}$

hvor: Y = ægvægt, lægge-%, ægkvalitetsparameter (ægvægt, hvidehøjde, haugh unit, skalvægt, skalprocent)

μ = intercept

a_i = effekt af den i_{te} høneline, $i = 1, 2$

b_j = effekt af det j_{te} rapsniveau, $j = 1-5$

c_k = effekt af den k_{te} TMA-status, $k = 1, 5$

x_{ijk} = effekt af parameterens værdi ved 56 uger

e_{ijkl} = den tilfældige restvariation.

3 Resultater

3.1 RAPSFRØ

Analyseresultaterne på rapsfrøene i dette forsøg (1993) er givet i tabel 3. Sammenlignet med analyseresultater for danske rapsfrø fra høsten 1992 og canadiske rapsfrø (Bhargava & O'Neil, 1977) havde rapsfrøene i nærværende forsøg et lavere råproteinindhold og højere råfedtindhold end de andre kilder.

Glucosinolatindholdet i rapsfrøene lå totalt på 10,41 $\mu\text{mol/g}$, hvoraf størstedelen blev udgjort af progoitrin, 4-hydroxyglucobrassicin og gluconapin. Gennemsnittet af glucosinolater i danske rapsfrøpartier fra høsten 1993, der er oparbejdet på en dansk protein- og oliefabrik, lå på 10,43 $\mu\text{mol/g}$ total glucosinolatindhold, 5,65 $\mu\text{mol/g}$ progoitrin og 2,11 $\mu\text{mol/g}$ 4-hydroxyglucobrassicin (Scanola, 1995). Niveaue af glucosinolater i nærværende rapsfrø lå således totalt på højde med et repræsentativt dansk gennemsnit for 1993. Dog var progoitrinindholdet på 3,64 $\mu\text{mol/g}$ noget

lavere end gennemsnittet, men alligevel inden for variationsgrænserne fra 3,40-7,90 $\mu\text{mol/g}$.

Sinapinindholdet på 15,25 $\mu\text{mol/g}$ svarende til 0,47 g/100g rapsfrø var på højde med sorten Yellow Sarson, hvor indholdet ligger på 0,50 g/100g rapsskrå (Pearson et al., 1983), men over sorten Candle som er en lav-glucosinolat-holdig sort af gulskallet *Campestris*, dvs. rybs, og med et sinapinindhold på 0,20 g/100g rapsskrå.

3.2 LUGTSCREENING

Resultatet af den første lugtscreening af æggen fra de to hønelineier efter fodring med 15% rapsfrø i 17-19 dage er vist i tabel 4. Af de 370 Lohmann Brown høner blev 351 høner testet, og 362 ud af 379 ISA Brown høner blev testet.

En χ^2 -test viste, at ISA Brown hønerne havde en signifikant højere frekvens af æg med TMA-lugt på 12,5% i forhold til Lohmann Brown

Tabel 4 Første lugtscreening af æg for TMA-lugt hos to hønelinier

First sniff screening of eggs for TMA taint with two hen lines

Hønelinie/hen line	Lohmann Brown	ISA Brown	Chi ² -test
Antal høner, stk/ <i>no. of hens</i>	370	379	
Antal æg testet, stk/ <i>no. of eggs tested</i>	351	362	
Frekvens af høner testet, %/ <i>frequency of hens tested, %</i>	94,9	95,5	
Æg med TMA-lugt/æg testet, %/ <i>eggs with TMA taint/eggs tested, %</i>	8,93 ^a	12,54 ^b	P=0,007
Æg med stærk TMA-lugt/æg testet, %/ <i>eggs with strong TMA taint/eggs tested, %</i>	2,86	1,80	P=0,100
Æg med stærk TMA-lugt/æg med TMA-lugt, %/ <i>eggs with strong TMA taint/eggs with TMA taint, %</i>	22,79	20,21	P=0,615

hønerne, hvor 8,9% af æggene havde TMA-lugt (P<0,01).

Til gengæld var der ikke signifikant forskel mellem hønelinier for frekvensen af æg, som lugtede stærkt af TMA (P<0,100), men en af dommerne afveg signifikant på dette punkt (P<0,001), idet vedkommende registrerede flere æg, som lugtende stærkt af TMA end de to øvrige dommere.

Herefter blev hønerne således fodret med 0% rapsfrø i foderet, og for at undersøge tidshorisonten for TMA-aflejringen i æggene blev æg fra udvalgte bure med positive høner testet løbende. Helt op til 19 dage efter at fodringen med 15% rapsfrø var standset, kunne der i enkelte æg stadig registreres en TMA-lugt. Fra bure á 4 høner, hvor der var registreret TMA-lugt, blev disse fordelt på individbure med henblik på den senere specifikke selektering.

Efter fordeling i individbure af 311 høner, hvoraf alle de TMA-positive fra første lugtscreening var iblandt, var resultatet som vist i tabel 5. På dette tidspunkt var frekvensen af positive æg steget til 15,4 % for Lohmann Brown og 15,7% for ISA Brown, og der var ikke længere forskel på frekvensen af æg med TMA for de to linier, hvilket selvfølgelig skyldes, at dette var udvælgelseskriteriet for

individburene. Derimod var der en stærk signifikant forskel på æg med stærk TMA-lugt mellem de to linier, som var mest udpræget for Lohmann Brown hønerne.

Årsagen, til at ikke 100% af hønerne blev testet, var, at nogle høner holdt helt op med at lægge æg, og nogle ikke lagde æg på testdagen eller dagen før, så æggene kunne overholde kriteriet om en alder på maximum 24 timer.

Høner, hvor der var tvivl om TMA-lugt i æggene eller ej, blev udelukket fra det videre forløb. På baggrund af disse resultater var der totalt 229 høner tilbage til sidste del af forsøget med rapsfrøkoncentrationer fra 0 til 20% i foderet. Disse høner blev fordelt som vist i tabel 6.

Høner, som viste sig sikkert positive m.h.t. TMA-lugt i æg ved 15% raps i foderet, blev også antaget at være positive ved 20% rapsfrø, og det blev således valgt at fordele de få TMA-positive høner ved lavere rapsfrøkoncentrationer. Med sikkert positive menes et screeningsresultat, hvor mindst 2 ud af de tre dommere har registreret TMA-lugt i æggene.

Der var på dette tidspunkt et tilstrækkeligt antal sikre TMA-negative høner til at afprøve disse ved alle rapsfrøkoncentrationer, så disse blev fordelt med højeste frekvens ved høje rapsfrø-

koncentrationer, ifald der skulle vise sig at være en dosis-afhængighed.

Ved en 3. lugttest blev æg indsamlet og testet for hver høne. Dette blev gentaget 2 gange for de fleste høner, og hvor der ikke var enighed blandt dommerne, blev æg fra de pågælden

de høner testet en 3. gang. Der viste sig at være større enighed blandt dommerne ved denne 3. lugtbedømmelse, idet en test viste, at der hverken var signifikant effekt af dommere på lugt ($P=0,2614$) eller på styrken af TMA-lugten ($P=0,2723$).

Tabel 5 Anden lugtscreening af æg for TMA-lugt på individuelle høner, som stammer fra 4-hønens bure, hvor der tidligere er registreret æg med TMA-lugt

Second sniff screening for TMA taint of eggs from individual hens coming from 4-hen cages with previous registration of TMA taint eggs

Hønelinie/hen line	Lohmann Brown	ISA Brown	Chi ² -test
Antal høner, stk./ <i>No. of hens</i>	122	189	
Antal æg testet, stk./ <i>No. of eggs tested</i>	119	182	
Frekvens af høner testet, % <i>Frequency of hens tested, %</i>	97,5	96,3	
Æg med TMA-lugt/æg testet, %/ <i>Eggs with TMA taint/eggs tested, %</i>	15,41	15,67	$P<0,280$
Æg med stærk TMA-lugt/æg testet, %/ <i>Eggs with strong TMA taint/eggs tested, %</i>	3,00 ^a	0,50 ^a	$P<0,003$
Æg med stærk TMA-lugt/æg med TMA-lugt, %/ <i>Eggs with strong TMA taint/eggs with TMA taint, %</i>	23,33 ^a	2,13 ^b	$P<0,001$

I tabel 6 er givet testresultaterne som antal høner testet, antal æg testet, antal æg med TMA-lugt og % æg med TMA-lugt af testede æg. Alle æggene blev testet af alle 3 dommere. Der var totalt en signifikant effekt ($P<0,001$) ved en chi²-test på forekomsten af TMA-lugt i æggene ved tilstedeværelse af rapsfrø i foderet.

Der var vekselvirkning mellem de to hønelinier, således at de TMA-positive Lohmann Brown høner resulterede i et signifikant højere niveau af æg med TMA-lugt end ISA Brown hønerne ved samme rapsfrøkoncentrationer i foderet. Samtidig lagde de TMA-negative Lohmann Brown høner ikke æg med TMA-lugt, før rapsniveauet nåede 15% i foderet, hvorefter ca. 18-20% af æggene havde registrerbart indhold af TMA. De TMA-negative ISA Brown høner lagde derimod en relativ konstant andel af æggene (7-14%) med TMA-lugt uanset niveauet fra 5-20% rapsfrø i foderet.

Ved en lineær regressionsmodel (model 4) med rapsniveau som kvantitativ faktor kunne der for de TMA-positive høner findes en positiv sammenhæng med frekvens af æg med TMA-lugt, $y = -1,06 + 8,41x$, hvor x er rapsfrøkoncentrationen i % i foderet for Lohmann Brown og med $y = -4,77 + 5,19x$ for ISA Brown.

For de TMA-negative høner af begge linier kunne frekvensen af æg med TMA-lugt ikke beskrives ved lineære regressionsmodeller.

I tabel 7 er frekvensen af æg med stærk TMA-lugt af alle testede æg vist. Der syntes at være en dosisafhængighed, således at jo højere niveau af rapsfrø i foder, jo højere frekvens af æg med stærk TMA-lugt blev registreret. Ved Genmod-proceduren viser en chi²-test af kontrolholdet uden rapsfrø mod resten af behandlingerne, at der var signifikant effekt af rapsfrø på forekomsten af stærk TMA-lugt i æggene.

Tabel 6 Fordeling af to hønelinier ud fra resultat som TMA-positiv eller TMA-negativ på foderblandinger med forskellige rapsfrøindhold og resultat af 3. lugtscreening af æg efter 29-36 dages fodring

Allocation of two hen lines according to the TMA positive or TMA negative result of feeding diets with different rapeseed content and the result of third sniff screening of eggs after 29-36 days of feeding

Hønelinie/hen line	TMA-status	Rapsfrøkoncentration i foder, % <i>rapeseed concentration in diet, %</i>				
		0	5	10	15	20
Antal høner fordelt/ no. of hens allocated						
Lohmann Brown	+	6	6	4	-	-
ISA Brown	+	10	10	7	-	-
Lohmann Brown	-	10	10	15	27	27
ISA Brown	-	10	10	17	30	30
Antal høner testet/ no. of hens tested						
Lohmann Brown	+	6	6	3†	0	0
ISA Brown	+	10	10	7	0	0
Lohmann Brown	-	10	10	15	27	27
ISA Brown	-	9*	9*	16*	26*	29*
Antal æg testet/ no. of eggs tested						
Lohmann Brown	+	13	13	7	-	-
ISA Brown	+	20	22	18	-	-
Lohmann Brown	-	19	16	29	64	62
ISA Brown	-	17	19	31	56	60
Gns. antal æg med TMA-lugt/ ave. no. of eggs with TMA taint						
Lohmann Brown	+	0	5,6	6	-	-
ISA Brown	+	0	2,7	9,3	-	-
Lohmann Brown	-	0	0	0	12	12,7
ISA Brown	-	0	2	2,3	5	8,7
Æg med TMA-lugt, %/ eggs with TMA taint, %						
Lohmann Brown	+	0	43,6	85,7	-	-
ISA Brown	+	0	12,1	51,9	-	-
Lohmann Brown	-	0	0	0	18,8	20,4
ISA Brown	-	0	10,5	7,5	8,9	14,4

† død i forsøgsperioden, * stoppet æglægning i forsøgsperioden/

† dead during experiment, * stopped egg laying during experiment

Tabel 7 Frekvens æg (% af alle testede æg) med stærk TMA-lugt ud fra forskellig rapsfrøkoncentration i foderet for hhv. TMA-negative og TMA-positive høner

Frequency of eggs (% of all tested eggs) with strong TMA taint based on different dietary concentrations of rapeseed for TMA negative and TMA positive hens

Hønelinie/ hen line	TMA- status	Rapsfrøkoncentration i foder/ rapeseed concentration in diet				
		0%	5%	10%	15%	20%
Lohmann Brown	+	0	5,1	42,9	-	-
ISA Brown	+	0	0	5,6	-	-
Lohmann Brown	-	0	0	0	4,7	7,0
ISA Brown	-	0	0	0	2,4	3,3

For de TMA-positive Lohmann Brown høner kunne sammenhængen mellem rapsniveau og frekvens af stærkt lugtende æg beskrives ved en lineær regression, $Y = -4,76 + 3,78x$. Derimod var der ikke en signifikant lineær dosisafhængighed for de øvrige høner.

3.3 FODERINDTAG

Det registrerede foderforbrug af de 5 foderblandinger er opgjort i tabel 8. Der er ikke udført statistiske beregninger på tallene, da der ingen gentagelser var. Dog kunne det ses, at indtaget pr. høne pr. dag af fedt var stigende med stigende andel af rapsfrø i foderet, hvilket var en naturlig konsekvens af det høje olieindhold i frøene. Foderindtaget var højest for blandinger med 5% og 10% rapsfrø i foderet, hvorimod kontrolfoderet og blandingerne med 15% og

20% rapsfrø dagligt er indtaget med ca. 10 g mindre. Linolsyrebehovet ligger ifølge NRC (1994) på 1,1 g/høne/dag for brune æglæggere, hvilket ses at være opfyldt ved de pågældende foderindtag.

3.4 DØDELIGHED

For hele forsøgsperioden var der blandt høner i forsøg, d.v.s. uden dyr som blev valgt fra undervejs, totalt registreret 13 døde høner, som fordelte sig med 9 Lohmann Brown (4,2%) og 4 ISA Brown (1,3%). I forhold til fodring med rapsfrø påvirkedes dødeligheden ikke heraf. Der var ikke signifikant forskel mellem de to høneliniers dødelighed ved en chi²-test (DF=1, Chi²=1,23), selv om tallene kunne indicere en lidt højere dødelighed hos Lohmann Brown hønerne.

Tabel 8 Foderindtag og indtag af energi, fedt, linolsyre og sinapin pr. høne pr. dag samt kg foderforbrug pr. kg æg af foderblandinger med forskellig koncentration af rapsfrø

Feed intake and intake of energy, fat, linoleic acid and sinapine per hen per day together with kg feed conversion per kg egg of diets with different rapeseed concentration

Rapsfrøkoncentration/rapeseed concentration	0%	5%	10%	15%	20%
Sinapin g/kg foder/sinapine g/kg feed	0	0,24	0,47	0,71	0,95
Indtag/høne/dag/intake/hen/day					
Foder, g/feed, g	111,4	120,6	120,6	108,3	110,3
MJ	1,27	1,36	1,38	1,25	1,30
Fedt, g/fat, g	6,83	7,56	9,02	9,19	11,54
Linolsyre, g/linoleic acid, g	2,54	2,19	2,07	1,67	1,99
Sinapin, mg/sinapine, mg	0	28,5	57,0	76,8	104,3
Foderforbrug, kg/kg æg/feed intake, kg/kg egg	2,16	2,34	2,44	2,14	2,10

3.5 ÆGPRODUKTION

Resultaterne af de løbende ægindsamlinger under hele forsøget er illustreret i figurene 3 og 4 med produktionsparametrene ægvægt og lægge-%.

Ved de første 5 registreringer af ægvægten vist i figur 3 var der ikke signifikant forskel mellem de to hønelinier, men for resten af forsøget var der en signifikant effekt ($P<0,05$) af høneline. Der var op til 56 ugers-alderen ikke forskel mellem hønelinierne m.h.t lægge-%, som vist i figur 4, hvorefter Lohmann Brown hønerne de sidste 4 uger havde en signifikant højere lægge-% end ISA Brown ($P<0,05$).

Den producerede g ægmasse/høne/dag var indtil 51 ugers-alderen ikke forskellig mellem de to hønelinier, men for de sidste 9 uger af forsøgsperioden havde Lohmann Brown en signifikant højere ægmasseproduktion pr. dag end ISA Brown ($P<0,05$).

Fodring med rapsfrø så ud til at have en effekt på ægvægt og lægge-%, idet figurene viser en stigning i begge parametre ved det første skift efter fodring med 15% rapsfrø til rapsfrit foder. Desværre var det ikke muligt at afprøve denne hypotese ved en statistisk test, da der i første del af forsøget ikke var kontrolhøner, som ikke blev fodret med rapsfrø.

I den sidste del af forsøget med rapsniveauer

fra 0 til 20% fra 56 til 60 ugers alderen, blev betydningen af rapsfrøkoncentration på disse produktionsparametre testet v.h.a. model 7. Resultatet heraf er vist i tabel 9, og der var i alle tilfælde en stærk signifikant effekt af den kvantitative faktor i modellen ($P<0,001$).

På ægvægten var der en signifikant effekt af behandling ved 60 ugers alderen af rapsniveau efter korrektion for begyndelsesægvægt ($P<0,001$). Lægge-% blev ikke signifikant påvirket af rapsfrøniveau, efter der var korrigeret for værdien ved 56 ugers-alderen ($P=0,0914$), men der var en tendens til svagt fald i lægge-% med stigende rapsniveau. Den resulterende ægmasse var ikke signifikant påvirket af rapsfrøniveauet ($P=0,1241$).

3.6 ÆGKVALITET

Resultaterne af de to første ægkvalitetsmålinger på en daglig ægproduktion ved hhv. 34 ugers-alder, d.v.s. inden fodring med rapsfrø og ved 39 ugers-alder efter 24 dages fodring med 15% rapsfrø i foderet er vist i tabel 10. Der var et fald i ægvægten efter fodring med rapsfrø, hvilket dog ikke var signifikant. Men i figur 5 ses et tydeligt fald i vægten af de æg, som løbende blev indsamlet i perioden med 15% rapsfrø, hvorefter denne igen steg straks efter overgangen til foder med 0% rapsfrø. Normalt ses en stigning i ægvægten med stigende alder, så faldet her blev tilskrevet en effekt af foderblandingen med 15% rapsfrø.

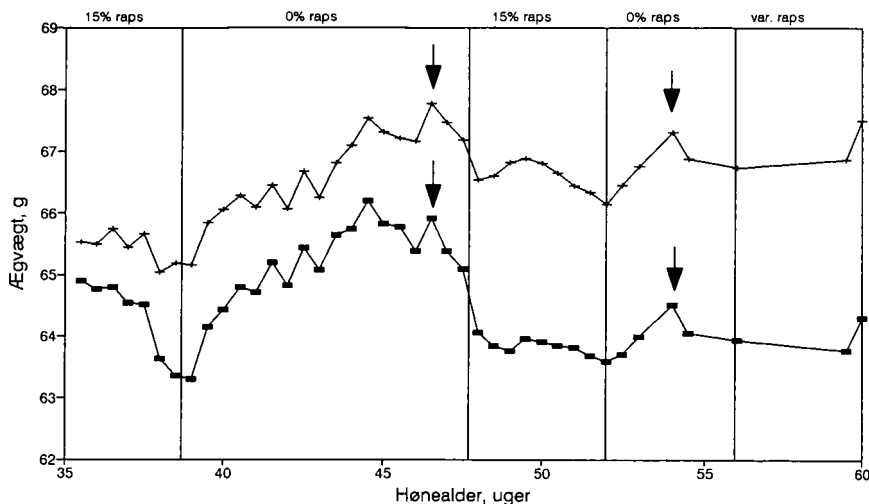
Tabel 9 Mindste kvadraters estimat af ægproduktionsparametre ved 60 ugers-alder efter periode med fodring med rapsfrø med korrektion for parameterværdier ved 56 ugers-alder

Least squares estimate of egg production parameters at the age of 60 weeks after a period with feeding rapeseed with correction for parameter values at the age of 56 weeks

Parameter	Rapsfrøkoncentration, %/ rapeseed concentration, %				
	0	5	10	15	20
Ægvægt, g/egg weight, g	66,20 ^a	64,49 ^b	63,98 ^b	65,95 ^a	65,62 ^a
Lægge-%/laying %	77,1	77,7	75,8	76,2	74,9
Ægmasse, g/dag/høne/egg mass, g/day/hen	53,12	52,86	50,81	52,87	52,02

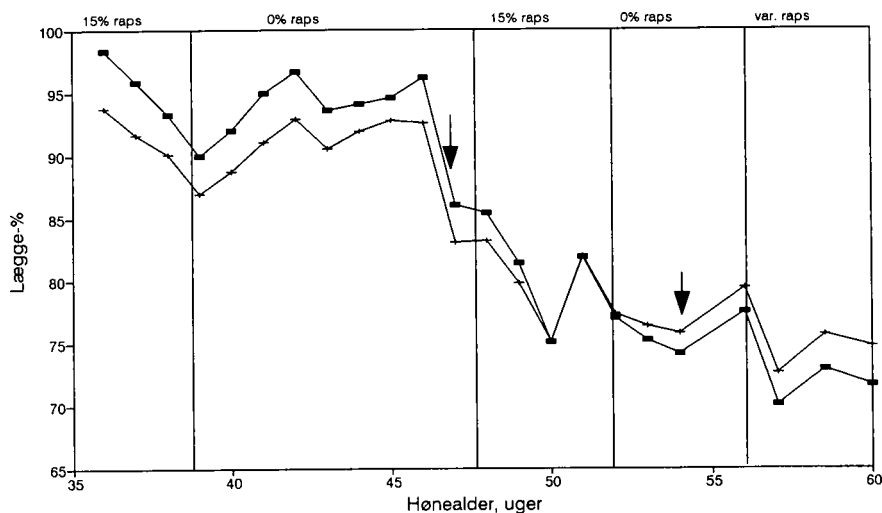
a,b: tal i samme linie med forskellig bogstav er signifikant forskellige ($P<0,001$)

a,b: figures in the same line with different superscripts are significantly different ($P<0,001$)



Figur 3 Ægvægt (g) for to hønelinier af indsamlede æg fra 35-60 ugers-alder, lodrette linier markerer skift til foderblanding afmærket øverst på figuren, var. raps = samlet ægvægt for foderblandinger 0,5,10,15 og 20% rapsfrø, ↓ = tidspunkt for flytning af hønerne, ■ = ISA Brown, + = Lohmann Brown

Egg weight (g) for two hen lines of eggs collected from the age of 35 to 60 weeks, vertical lines mark shift to diet shown at the top of figure, var. rapeseed = total egg weight for the diets, 0, 5, 10, 15 and 20% rapeseed, ↓ = time for moving the hens, ■ = ISA Brown, + = Lohmann Brown



Figur 4 Lægge-% for to hønelinier fra 35-60 ugers alder, lodrette linier markerer skift til foderblanding afmærket øverst på figuren, var. raps = samlet lægge-% for foderblandinger 0,5,10,15 og 20% rapsfrø, ↓ = tidspunkt for flytning af hønerne, ■ = ISA Brown, + = Lohmann Brown

Laying % for two hen lines from the age of 35 to 60 weeks, vertical lines mark shift to diet shown at the top of figure, var. rapeseed = total egg weight for the diets, 0, 5, 10, 15 and 20% rapeseed, ↓ = time for moving the hens, ■ = ISA Brown, + = Lohmann Brown

Den lavere ægvægt resulterede sammen med en konstant skalvægt i en signifikant højere skal-% efter fodring med 15% rapsfrø. Derimod var hvidehøjden signifikant mindre, hvilket resulterede i signifikant ringere Haugh Units.

Der var stor forskel på alle ægkvalitetsparametrene mellem de to hønelinier, således at ISA Brown lagde mindre æg med højere skalandel og ringere hvidekvalitet.

Der var signifikante vekselvirkninger mellem høneline og rapsfodring som vist i tabel 11. Dette kom til udtryk ved en større hvidehøjde og bedre Haugh Units inden fodring med 15% rapsfrø for Lohmann Brown hønerne i forhold til ISA Brown hønerne. Begge høneliniers hvidekvalitet blev signifikant negativt påvirket af fodringen med 15% rapsfrø, men der var ikke længere signifikant forskel mellem linierne.

I tabel 12 er vist effekten af hovedparametrene på resultaterne af ægkvalitetsmålingerne i for-

søgets sidste del med forskellige niveauer af rapsfrø i foderet.

Igen var der signifikante forskelle mellem Lohmann Brown og ISA Brown med lavere ægvægt, højere skalvægt og skal-% og lavere hvidehøjde for sidstnævnte. De TMA-positive og TMA-negative høner afveg ikke signifikant fra hinanden for nogle af ægkvalitetsparametrene.

Ved testen for betydningen af rapsfrøniveau ved 59 ugers-alderen blev data på individniveau fra 56 ugers-alderen inkluderet som covariat i modellen for at korrigere for individuelle variationer. Der var på dette tidspunkt 177 høner, som havde lagt æg den pågældende dag ved begge aldre.

Der var en statistisk stærk signifikant effekt af begyndelsesdata fra 56 ugers-alderen på ægkvaliteten for alle parametre ($P < 0,001$). Men der var ingen signifikante hovedeffekter af rapsfrøniveau på ægkvaliteten. Der blev ikke

Tabel 10 Mindste kvadraters gennemsnit af ægkvalitetsparametre for hovedparametrene høneline og fodring med rapsfrø

Least squares means of egg quality parameters for the main parameters hen line and rapeseed feeding

Høneline, begge aldre/hen line, both ages	Lohmann Brown	ISA Brown	F-test
n =	187	192	
Ægvægt, g/egg weight, g	64,94	63,16	$P < 0,001$
Skalvægt, g/shell weight, g	5,73	6,00	$P < 0,001$
Skal-%/Shell %	8,84	9,50	$P < 0,001$
Hvidehøjde, mm/albumen height, mm	3,99	3,64	$P < 0,001$
Haugh Unit	54,84	51,59	$P < 0,001$
Alder, rapsfrøindhold, begge linier/age, rapeseed content, both hen lines	34 uger, 0%/34 weeks, 0%	39 uger, 15%/39 weeks, 15%	
n =	192	187	
Ægvægt, g/egg weight, g	64,40	63,69	$P = 0,109$
Skalvægt, g/shell weight, g	5,84	5,88	$P = 0,404$
Skal-%/shell %	9,09	9,26	$P < 0,05$
Hvidehøjde, mm/albumen height, mm	4,18	3,45	$P < 0,001$
Haugh Unit	57,55	48,88	$P < 0,001$

fundet en lineær sammenhæng mellem rapsfrø-niveau og resultaterne af ægkvalitetsmålingerne ved lineær regression. Ej heller viste en test af rapsfrit foder overfor foder med rapsfrø (uanset niveau) en forskel m.h.t. ægkvaliteten.

På dette tidspunkt udførtes en sammenlignende test af ægkvalitet og lugt-testresultatet for individuelle høner, som havde lagt æg, der var

analyseret for begge dele. Formålet var at undersøge, om høner, som ikke omsatte TMA til TMAO, også var afvigende for ægkvaliteten, men testen viste ingen klar forskel. Den eneste parameter, som viste en tendens, var hvidehøjden, hvor høner, som lagde æg uden TMA-lugt, opnåede en svagt bedre hvidehøjde end æg fra høner, som på dette tidspunkt også blev bedømt positive m.h.t. TMA-lugt.

Tabel 11 Vekselvirkningseffekt mellem hønelinie og rapsfodring på ægkvalitet

Effect of interaction between hen line and rapeseed feeding on egg quality

Hønelinie/hen line	Lohmann Brown		ISA Brown	
	0%	15%	0%	15%
Rapsfrøindhold/rapeseed content				
Ægvægt, g/egg weight, g	65,31	64,56	63,49	62,83
Skalvægt, g/shell weight, g	5,71	5,75	5,97	6,02
Skal-%/shell %	8,76	8,92	9,41	9,60
Hvidehøjde, mm/albumen height, mm	4,46 ^a	3,52 ^c	3,90 ^b	3,38 ^c
Haugh Unit	60,38 ^a	49,29 ^c	54,71 ^b	48,47 ^c

a,b,c: tal i samme linie med forskellig bogstav er signifikant forskellige ($P < 0,001$)

a,b,c: figures in the same line with different superscripts are significantly different ($P < 0.001$)

Tabel 12 Mindste kvadraters gennemsnit af ægkvalitetsparametre for hovedparametrene hønelinie, hønealder, TMA-status og rapsniveau

Least squares means of egg quality parameters for the main parameters hen line, hen age, TMA status and rapeseed level

Hønelinie/hen line	Lohmann Brown		ISA Brown		F-test	
n =	189		211			
Ægvægt, g/egg weight, g	67,24		63,63		P<0,001	
Skalvægt, g/shell weight, g	5,84		5,99		P<0,05	
Skal-%/shell %	8,70		9,42		P<0,001	
Hvidehøjde, mm/ albumen height, mm	3,91		3,53		P<0,001	
Haugh Unit	52,05		49,65		P=0,090	
TMA-status	TMA-positive		TMA-negative			
n =	74		326			
Ægvægt, g/egg weight, g	65,18		65,70		P=0,503	
Skalvægt, g/shell weight, g	5,96		5,87		P=0,390	
Skal-%/shell %	9,16		8,96		P=0,125	
Hvidehøjde, mm/ albumen height, mm	3,69		3,75		P=0,730	
Haugh Unit	50,80		50,91		P=0,959	
Hønealder/hen age	56 uger/weeks		59 uger/weeks			
n =	215		185			
Ægvægt, g/egg weight, g	64,95		65,93		P=0,060	
Skalvægt, g/shell weight, g	5,74		6,09		P<0,001	
Skal-%/shell %	8,86		9,26		P<0,001	
Hvidehøjde, mm/ albumen height, mm	3,87		3,57		P<0,01	
Haugh Unit	52,94		48,77		P<0,01	
Rapsfrø, % ^{NB} /rapeseed, % ^{NB}	0	5	10	15	20	F-test
n =	29	29	32	43	44	
Ægvægt, g/egg weight, g	66,55	66,03	64,95	66,49	65,53	P=0,518
Skalvægt, g/shell weight, g	6,06	6,23	5,94	6,10	5,96	P=0,382
Skal-%/shell %	9,11	9,44	9,16	9,20	9,12	P=0,608
Hvidehøjde, mm/ albumen height, mm	3,76	3,48	3,47	3,55	3,60	P=0,664
Haugh Unit	50,89	47,48	48,08	48,32	49,15	P=0,821

^{NB} Test ved 59 ugers-alderen med 56 ugers-alderen som covariat i modellen (n=177)

^{NB} Test at the age of 59 weeks with the age 56 weeks as covariate in the model (n=177)

4 Diskussion

Frekvensen af høner, som lagde æg med TMA-lugt ud af en tilfældig flok, viste sig at være signifikant forskellig mellem to linier af brunskallede æglæggere. Begge linier er krydsninger af Rhode Island Red og Hvid Plymouth Rock. Heraf har en population af førstnævnte vist sig at have meget lav trimethyloxidaseaktivitet (Butler & Fenwick, 1984). Hvorledes en ren linie af Hvid Plymouth Rock høner i en tilfældig population reagerer på fodring med rapsfrø vides ikke. Genetiske tests har vist, at hos Rhode Island Red sker lægning af æg med TMA-lugt under tilstedeværelsen, enten hetero- eller homozygotisk, af et autosomt semi-dominant mutant gen, som har variabel ekspression afhængig af miljøfaktorer, herunder hønens indtag af rapsskrå eller rapsfrø (Bolton et al., 1976).

Resultatet vedrørende perioden efter ophørt fodring med 15% rapsfrø, hvor æggene blev testet for TMA-lugt, viste, at der i op til 19 dage efter kunne registreres TMA-positive æg. Spørgsmålet er, hvorvidt dette skyldes en konstant aflejring over tid fra hønen til æggene, indtil det ophobede TMA er totalt udskilt eller, om der sker en opkoncentrering i leveren af TMA, som udskilles gennem æggene i mængder varierende inden for den enkelte høne. Sammenholdes dette med den ovennævnte genetiske forklaring, kan der muligvis være grundlag for den sidstnævnte teori, idet påvirkningen på flere områder synes at være meget variabel.

Denne del af forsøget bekræftede dog, at der var tale om en genetisk defekt i hønens TMA-oxidase og ikke blot en inhibering fra tanniner og progoitrin fra rapsfrøene. Hvis det sidste var tilfældet, skulle hønens TMA-oxidasesystem forventes at fungere relativt kort tid efter, at fodringen med rapsfrø var ophørt, og påvirkningen fra rapsfrøenes indhold af de negative stoffer ikke længere var til stede.

Det lange tidsforløb, inden TMA-niveauet kom under lugtgrænsen efter ophørt fodring med rapsfrø, stemmer med en varierende udskillelse af mængde TMA over tid. De varierende resultater for tidligere TMA-negative ISA Brown høner, som viste sig positive ved lavere rapsfrøkoncentrationer (tabel 6), kan muligvis forklares ved en sådan variabel ekspression af genet.

Der var forskellig gradsopfattelse blandt dommerne af hvilke æg, der lugtede stærkt af TMA.

Dette er i høj grad en subjektiv vurdering af, hvilken koncentration der vurderes til at være stærk. Det vides, at den individuelle reaktion på en bestemt kvalitetsforskel kan være ulige stærk mellem dommerne. Der er en såkaldt reaktionsfølsomhed, som det er væsentlig at kende for de enkelte dommere for at kunne vurdere den enkeltes bedømmelser (Mogensen & Jespersen, 1989).

Koncentrationen af TMA i æg er målt op til 16 ppm (Goh et al., 1979), hvor niveauet i frisk fersk fisk ligger på < 10-15 ppm, og kassationsniveauet for fisk ligger på 80-150 ppm (Huss, 1983). Omsætningen af indtaget mængde sinapin til TMA er ikke belyst, blot vides det, at 1 mol sinapin (mw = 310 g/mol) omdannes til 1 mol TMA (mw = 59 g/mol) (Butler and Fenwick, 1984), men der findes forfatteren bekendt ingen undersøgelser af tiden, det tager, og variationer imellem høner for at nedbryde en bestemt mængde sinapin til TMA og aflejring i æggene.

Selv om der i dag anvendes rapssorter med lavt glucosinolatindhold, er indholdet af sinapin ikke reduceret væsentligt. Et dagligt indtag i nærværende forsøg på 28 mg sinapin pr. dag ved 5% rapsfrø svarende til 0,24 g sinapin/kg foderblanding var tilstrækkeligt til at forårsage

dannelse og aflejring af TMA i æggene, som gav registrerbar TMA-lugt. Det viste sig, at progoitrinindholdet i nærværende rapsfrø var relativt lavt i forhold til gennemsnittet for høsten i 1993 (Scanola, 1995). Ikke desto mindre resulterede det samlede indhold af sinapin, progoitrin og totale glucosinolater i, at der kunne registreres æg med TMA-lugt.

Ved at fodre høner, som vides at lægge æg med TMA-lugt, med en rapsfri foderblanding tilsat 0,5 g sinapin/kg foder, er der tidligere fundet TMA-koncentrationer på op til 0,4 ppm, hvilket ikke kunne registreres som TMA-lugt ved en organoleptisk test (Goh et al., 1979). Først ved 1 g sinapin/kg foder er der registreret TMA-lugt i æggene, men foderindtaget er ikke registreret. Sammenholdt med nærværende resultater viser det, at det ikke alene er sinapin i rapsfrøene, som bidrager til problemet med TMA i æg ved fodring med raps, idet sinapin-niveauet i Goh et al., (1979)'s forsøg var 4 gange højere end i nærværende forsøg, inden æg med TMA-lugt er registreret. Dette bekræftes af, at foderblandinger med enten 0,05% cholinchlorid eller 0,025% betain ved en lugt-test resulterede i, at hhv. 9,6% og 5,4% af brunskallede æg blev bedømt til at lugte af fisk (Willeke, 1980). I samme forsøg resulterede 3% rapsfrø i, at 10,8% af æggene lugtede af fisk, hvilket svarer til et niveau mellem de to hønelinier ISA Brown og Lohmann Brown testet i nærværende forsøg. Willeke's (1980) forsøg viser, at også cholin og betain alene kan resultere i tilstedeværelsen af TMA-lugt. Cholin eller betain anvendes ofte som tilskud i æglæggefoder, og som vist i figur 1 er cholin samtidig et nedbrydningsprodukt fra sinapin.

I et andet forsøg findes dog lavere TMA-indhold i æg fra høner fodret med 10% rapsskrå i forhold til høner fodret uden rapsskrå, men tilsat et ekstrakt med 1,4 g sinapin/kg foder svarende til indholdet i foderet med de 10% rapsskrå (Hobson-Frohock, et al., 1977), hvilket dermed peger på, at sinapin alene skulle være årsagen til TMA i æggene.

Flere måder til løsning af problemet med TMA i æg ved fodring med raps har været foreslået,

men ingen med overbevisende resultater. Siden TMA og goitrin produceres via enterobakterier i tarmkanalen, se figur 1, kan tilførsel af antibiotika forventes at have en profylaktisk effekt, men hverken aeromycin, penicilin (Butler & Fenwick, 1984) eller neomycin (Fenwick et al., 1984) har vist sig at reducere dannelsen af TMA væsentligt.

Forskellige behandlinger af raps med det formål at fjerne eller nedbryde de bestanddele, som er involveret i dannelsen eller den manglende nedbrydning af TMA, har været foreslået, såsom behandling med NH_3 for at nedbryde progoitrin og sinapin (Goh et al., 1984), afskalning af rapsfrøene (Fenwick et al., 1984) og anvendelse af lav-glucosinolatholdige rapssorter (Pearson et al., 1983; Fenwick et al., 1984), uden at de store effekter er opnået på frekvensen af æg med TMA.

Som nævnt i resultatafsnittet var der en tendens til lavere ægvægt, når hønerne blev fodret med rapsfrø i forhold til den forventede udvikling i ægvægten, som vides at være stigende med hønens alder, set i relation til perioder uden rapsfrø i foderet.

Når der drages sammenligning til tidligere fodringsforsøg med raps til æglæggende høner, er det nødvendigt at skelne mellem rapssorter fra 1970'erne og tidligere, som havde et betydeligt højere indhold af glucosinolater, der kan have en negativ virkning på hønens æglægning, og de glucosinolatlave sorter, som anvendes i dag.

At rapsfrø resulterer i lavere ægvægt er påvist af Petersen et al. (1988), hvor både 7,5% og 15% rapsfrø resulterede i lavere ægvægt end foder uden rapsfrø, men til gengæld påvirker 5% og 10% rapsskrå i foderet ikke ægvægten. Ligeledes reduceres ægmassen produceret pr. høne ved fodring med 15% rapsfrø, hvilket ikke kan vises i nærværende forsøg. Sidste del af det her udførte forsøg viste ingen signifikant forskel i ægvægt mellem de forskellige niveauer af rapsfrø i tabel 12, omend der var en tendens. Dette er i modsætning til Leslie & Summers (1972), som efter fodring i 28 dage finder,

at både 5%, 10% og 15% rapsfrø betyder signifikant lavere ægvægt i forhold til fodring uden rapsfrø.

Ved forskellige niveauer af rapsfrø i foderet viste nærværende forsøg en forringet foderudnyttelse målt som kg foder/kg æg ved 5% og 10% rapsfrø i forhold til 15% og 20% rapsfrø. Dette er i modsætning til et resultat, som viser en dårligere foderudnyttelse med stigende rapsfrøindhold i foderet (Petersen et al., 1988), dog finder Olomu et al. (1977) ingen effekt af op til 15% rapsfrø i foderet på foderudnyttelsen (kg/kg æg), men dog en ringere ægproduktion udtrykt som læggeprocent. I nærværende forsøg blev læggeprocenten ikke påvirket af de forskellige rapsfrøkoncentrationer i sidste del af forsøget ($P < 0,09$), sandsynligvis p.g.a. anvendelse af en glucosinolatlav sort. Der var en tendens, som vist i tabel 9, og som det kan ses i figur 4, i retning af, at læggeprocenten blev påvirket, da hønerne første gang introduceredes for 15% rapsfrø i foderet.

Anvendelsen af dobbeltlave rapsfrø i nærværende forsøg skulle ikke betyde påvirkning af ægproduktionen på grund af erucasyreindholdet, som pr. definition er lavt. Højt erucasyreindhold viser sig at resultere i lavere læggeprocent, ægvægt og produceret ægmasse (March & Soong, 1977).

Vogt et al. (1969) finder med stigende niveau af rapsskrå (op til 20%) i foderet en lavere æg-

ydelse, højere foderforbrug pr. kg æg og lavere ægvægt. Desuden viser det sig, at høner fodret med 20% rapsskrå i forhold til et rapsfrit foder efter 50 ugers forløb vejer 200 g mindre efter at have haft ens begyndelsesvægt.

Der synes ikke at være udført forsøg med nyere rapssorters effekt på ægproduktionen.

Der er kun udført få undersøgelser af, hvorledes ægkvaliteten påvirkes af fodring med rapsfrø udover registrering af ægproduktion og ægvægt. Resultater, som er mere end 25 år gamle, viser, at stigende mængde rapsskrå op til 20% resulterer i ringere hvidekvalitet, bedre skaltykkelse, men uændret skalstyrke (Vogt et al., 1969). I nærværende forsøg viste stigende indhold af rapsfrø ingen effekt på skalvægt eller skalprocent. Hvidehøjden viste tendens til at være ringere med rapsfrø end uden (tabel 11 og 12).

Vogt & Torges (1976) finder ved fodring med op til 15% rapsskrå igen en ringere hvidekvalitet hos hvidskallede æg, men ikke hos brunskallede æg, og denne gang var æggeskallen signifikant tyndere med stigende mængde rapsskrå dog uden at have en effekt på skalstyrken af brunskallede æg.

Samlet viser disse resultater, at den anvendte glucosinolatlave rapssort ingen entydige konsekvenser havde på ægkvaliteten ved fodring med rapsfrø.

5 Konklusion

Ud fra disse resultater kan det konkluderes, at der i en vilkårlig population af brunægs-ægglægere af 2 hønelinier, som fodredes med 15% rapsfrø i foderet, var signifikant forskel ($P < 0,01$) på frekvensen af æg med TMA-indhold, som resulterede i TMA-lugt, med

8,9% for Lohmann Brown og 12,5% for ISA Brown.

Mindst 19 dage efter, at foderet var skiftet fra 15% rapsfrø til rapsfrit foder, kunne der registreres æg med erkendtlig TMA-lugt.

Lohmann Brown høner, som var identificeret til at aflejre TMA i æg, var ved fodring med rapsfrø mere konstant i aflejringen af TMA i koncentrationer, som karakteriseredes som stærk TMA-lugt, mens ISA Brown høner syntes at have en mere variabel aflejring af TMA i æggene ved forskellige rapsfrøkoncentrationer.

Selv anvendelse af lave koncentrationer på 5% rapsfrø af dobbeltlave rapssorter i foderet, resulterende i 0,24 g sinapin/kg foder og et dagligt indtag på 28 mg sinapin pr. høne, viste sig tilstrækkeligt til, at der blandt alle grupper af hønerne blev registreret æg med TMA-lugt undtagen for Lohmann Brown høner, som tidligere var fundet TMA-negative.

Sammenhængen mellem rapsfrøniveau hos TMA-positive høner og frekvensen af æg med TMA-lugt kunne beskrives lineært ($P < 0,001$).

De ikke entydige resultater af æg med TMA-lugt bekræfter teorien om et semi-dominant

gen, som har variabel ekspression afhængig af rapsfodring, og for at undgå æg med TMA-lugt kan der enten selekteres i avlsarbejdet med brunskallede æglæggere for høner, som ikke har genet for lav TMA-oxidaseaktivitet, eller undlades at fodre brunskallede æglæggere med rapsfrø overhovedet.

En anden effekt af fodring med rapsfrø i en periode sammenlignet med en periode uden rapsfrø var lavere ægvægt, fald i læggeprocent og fald i ægmasse produceret pr. høne pr. dag. Dødelighed og foderindtag var ikke påvirket af rapsniveau. Ægkvaliteten påvirkedes ikke entydigt ved 15% rapsfrø i foderet i forhold til 0% rapsfrø.

Ved fodring med stigende rapsfrøniveauer på 0%, 5%, 10%, 15% og 20% var der efter korrektion for individets tidligere data ingen signifikante hovedeffekter på ægkvaliteten. Der var signifikante forskelle mellem Lohmann Brown og ISA Brown for alle ægkvalitetsparametrene.

Anerkendelser

Forsøgsteknikerne Henriette Panstrup og Jens Karl Mølgaard, Afd. for Fjerkræ og Kaniner, takkes for henholdsvis udførelse af ægkvalitetsmålingerne og pasning af hønerne.

Der rettes en stor tak videnskabelig medarbejder Charlotte H. Jacobsen, forsker Flemming Nøddegaard og levnedsmiddeltekniker Jens Askov Jensen for deres store indsats som

dommere ved lugtbedømmelse af æggene.

Samtidig takkes overassistent Aase K. Sørensen for opsætning og korrekturlæsning af manuskriptet.

Forsøget blev finansieret af midler fra Fjerkræafgiftsfonden.

Litteratur

AOAC, 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., USA.

Bhargava, K.K. & O'Neil, J.B., 1977. Evaluation of full fat Tower rapeseed as protein supplement for broiler chicks. In: Research on rapeseed seed, oil, meal and meal fractions, G. Sarwar & Bell, J.M. (eds.), 5th Progress Report, Ottawa, 10-13.

Bolton, W., Carter, T.C. & Morley Jones, R., 1976. The hen's egg: Genetics of taints in eggs from hens fed on rapeseed meal. British Poultry Science, **17**, 313-320.

Butler, E.J. & Fenwick, G.R., 1984. Trimethylamine and TMA Taint in Eggs. World's Poultry Science Journal, **40**, 39-51.

Fenwick, G.R., Curl, C.L., Butler, E.J., Greenwood, N.M. & Pearson, A.W., 1984. Rapeseed Meal and Egg Taint: Effects of Low Glucosinolate *Brassica napus* Meal, Dehulled Meal and Hulls, and of Neomycin. Journal of the Science of Food and Agriculture, **35**, 749-756.

Goh, Y.K., Clandinin, D.R., Robblee, A.R., & Darlington, K., 1979. The effect of level of sinapine in a laying ration on the incidence of TMA odor in eggs from brown-shelled egg layers. Canadian Journal of Animal Science, **59**, 313-316.

Goh, Y.K., Robblee, A.R. & Clandinin, D.R., 1983. Influence of glucosinolates and free oxazolidinethione in a laying diet containing a constant amount of sinapine on the trimethylamine content and TMA odor of eggs from brown-shelled egg layers. Canadian Journal of Animal Science, **63**, 671-676.

Goh, Y.K., Rebolledo, M., Robblee, A.R. & Clandinin, D.R., 1984. Effect of Ammoniation of Canola Meal on the fishy odor and trimethyl-

amine contents of eggs produced by brown-egg layers. Poultry Science, **63**, 706-709.

Hobson-Frohock, A., Land, D.G., Griffiths, N.M. & Curtis, R.F., 1973. Egg Taints: Association with Trimethylamine. Nature, **243**, 304-305.

Hobson-Frohock A., Fenwick, G.R., Heaney, R.K., Land, D.G. & Curtis, R.F., 1977. Rapeseed meal and egg taint: Association with sinapine. British Poultry Science, **18**, 539-541.

Huss, H.H., 1983. Fersk fisk, kvalitet og holdbarhed. Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium, DTH, Lyngby, 77 pp.

Jensen, H.B., 1995. Det Danske Fjerkræråds effektivitetskontrol. Personlig meddelelse.

Leslie, A.J. & Summers, J.D., 1972. Feeding value of rapeseed for laying hens. Canadian Journal of Animal Science, **52**, 563-566.

March B.E. & Soong, R., 1977. Mortality and production characteristics of laying chickens fed high and low-erucic acid rapeseed oils. In: Research on rapeseed seed, oil, meal and meal fractions, G. Sarwar & Bell, J.M. (eds.), 5th Progress Report, Ottawa, 89-90.

Mogensen, G. & Jespersen, N.J.T., 1989. Kvalitetsanalyse. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Mejeribrugsinstituttet. **108**, 158-162.

NRC, 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9. rev. udg. National Academy Press, Washington D.C.

Olomu, J.M., Robblee, A.R., Clandinin, D.R. & Hardin, R.T., 1977. Utilization of full-fat rapeseed by laying chickens. In: Research on rapeseed seed, oil, meal and meal fractions, G.

Sarwar & Bell, J.M. (eds.), 5th Progress Report, Ottawa, 28-29.

Pearson, A.W., Butler, E.J., Curtis, R.F., Fenwick, G.R., Hobson-Frohock, A. & Land, D.G., 1979a. Effect of rapeseed meal on hepatic trimethylamine oxidase activity in the domestic fowl in relation to egg taint. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **30**, 3, 291-298.

Pearson, A.W., Butler, E.J., Curtis, R.F., Fenwick, G.R., Hobson-Frohock, A. & Land, D.G., 1979b. Effect of rapeseed meal on trimethylamine metabolism in the domestic fowl in relation to egg taint. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **30**, 8, 799-804.

Pearson, A.W., Greenwood, N.M., Butler, E.J., Fenwick, G.R. & Curl, C.L., 1983. Rapeseed Meal and Egg Taint: Effects of *B. campestris* Meals, Progoitrin and Potassium Thiocyanate on Trimethylamine Oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **34**, 965-972.

Petersen, V.E., Mahmoud, H. & de Neergaard, J.V., 1988. Rapsfrø og rapsfrøprodukter som fodermidler til levekyllinger og æglæggende høner af æglægningstype og kødtype. 647. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 37 pp.

SAS Institute Inc., 1989. SAS/STAT® User's Guide, version 6, Fourth edition, volume 2, Cary, NC, 846 pp.

Scanola, 1995. Personlig meddelelse.

Stoldt, W., 1952. Vorschlag zur Vereinheitlichung der Fettbestimmung in Lebensmitteln. *Fette und Seifen*, **54**, 206-207.

Sørensen, H., 1993. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Kemisk Institut. Personlig meddelelse.

von Vogt, H., Schubert, H.J., Stute, K. & Rauch, W., 1969. Futterwert und Einsatz von Rapsschrot in der Geflügelfütterung. 3. Mitteilung: Rapsschrot in der Legehennenfütterung. *Archiv für Geflügelkunde*, **33**, 119-124.

von Vogt, H. & Torges, H.-G., 1976. Rapsextraktionsschrot aus einer erucasäure- und glucosinolatarmen Sommerrapssorte im Legehennenfutter. *Archiv für Geflügelkunde*, **6**, 225-231.

Vondell, J.H., 1932. Is the production of "off-flavor" eggs an individual characteristic? *Poultry Science*, **11**, 375.

Willeke, von H., 1980. Der Einfluss von Raps, Cholin und Betain auf die Häufigkeit des Auftretens von Reicheiern. *Archiv für Geflügelkunde*, **44**, 6, 272-275.

50,- kr.