

493. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

J. Fris Jensen

Afdelingen for forsøg med fjerkræ og kaniner
Statens Husdyrbrugsforsøg

Foderets fysiske struktur og dennes indflydelse på foderoptagelse og tilvækst hos slagtekyllinger

The Physical Structure of the Food and its
Influence on Food Intake
and Growth of Broilers

With English Subtitles and Summary



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1980

5

FORORD

I beretningen er gennemgået en række ikke-tidligere offentliggjorte forsøg til belysning af virkningen af foderets fysiske struktur på kyllingers foderoptagelse og tilvækst. Desuden er beskrevet 2 forsøg til belysning af skift fra henholdsvis granulat og usigtet granulat (d.v.s. pillecross) til 3 mm piller på forskelligt tidspunkt i opdrætningstiden.

Foruden dette er der givet en kort beskrivelse af fordøjelseskanalens anatomi indtil tarmafsnittet samt en del af processerne ved fremstilling af de tre typer foder, der blev anvendt i forsøget: 3 mm piller, usigtet granulat og granuleret foder.

De i beretningen omtalte 2 forsøg er gennemført hos afdøde hønseriejer Niels Lunds-gaard, Radstrup, Fyn, og er kun en lille del af det forsøgsarbejde, der gennem årene er blevet gennemført der. Det blev gennemført i kraft af hans store interesse for og forståelse af forsøgsarbejdet; deltagelsen i forsøgsarbejdet bestod ikke blot i den praktiske og nøjagtige gennemførelse af forsøgene, men også ved arbejdet i det forsøgsudvalg, der er nedsat i forbindelse med de forsøg, der gennemføres i samarbejde med Fyens Andels-Foderstofforretning.

Som nævnt er forsøgene gennemført i samarbejde med Fyens Andels-Foderstofforretning, og resultaterne kan bruges ved overvejelser om slagtekyllingeproducentens fodringsprogram og ved planlægning af foderstoffirmaers produktion.

Lektor Hans Ranvig, Husdyrbrugsinstituttet ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, medvirkede ved tilsyn og opførelse af forsøgene.

Overassistent Inge Erlandsen har opsat og renskrevet manuskriptet.

Det er afdelingens håb, at de fundne resultater kan medvirke til en nedbringelse af omkostningerne ved produktion af foderblandinger til fjerkræ.

København, april 1980

J. Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	3
Sammendrag	5
Summary	6
Indledning	7
Fordøjelseskanal	7
Foderets fysiske tilstand	8
Fremstilling af foderpiller	9
Virkningen af foderets fysiske tilstand på kyllinger	10
Tidligere gennemførte, men ikke-offentliggjorte forsøg	11
Sammenligning af forskellige tidskombinationer af granulat/piller ...	17
Materiale og metode	17
Resultater	20
Diskussion	22
Litteratur	24

SAMMENDRAG

Der er givet en beskrivelse af den anatomiske opbygning af første del af fjerkræets fordøjelseskanal og af teknikken ved pilletering af foderblandinger. Tidligere gennemførte, men ikke-offentliggjorte forsøg viste samme tilvækst, hvad angår groftformalet foder og granuleret foder, men mindre tilvækst ved fintformalet foder.

Senere forsøg bekræftede den fundne øgede tilvækst på 4-6 % gennem brug af granuleret foder i stedet for formalet foder. Der er fundet sammenhæng mellem den øgede tilvækst og en øget foderoptagelse, hvilket tyder på, at det er ændringen i foderets fysiske tilstand, der er forklaringen på den fundne virkning af pilletering/granulering.

Forsøg med forskellige tidskombinationer med granuleret og pilleteret foder viste en fordel ved brug af granuleret foder i den første leveuge i forhold til piller i hele opdrætningstiden, men brug af granulat ud over en uge formindskede denne fordel.

Den fundne forøgelse af tilvæksten ved at bruge granulat i første leveuge er dog ikke så stor, at denne fremgangsmåde i alle tilfælde må foretrækkes frem for brug af 3 mm piller i hele opdrætningstiden. Brug af 3 mm piller i hele opdrætningstiden vil kunne forenkle og billiggøre fremstilling af foderblandinger til slagtekyllinger.

SUMMARY

A short description is given in the report of the first part of the poultry digestive tract, and further of the technic used when pelleting compound food for poultry. Earlier research work - carried out, but not published - showed the same growth of chickens when fed on coarsely ground and on granulated food, but less increase in weight when fed on finely ground food. Granulated food showed 4-6 % higher weight than finely ground compound food; a relation between increased growth and increase in food intake was found and could explain that the effect on weight is caused by a change of the physical structure of the food.

Through a comparison of different combinations of time used for granulated food and pelleted food it was found that the highest weight was obtained when the chickens were fed for one week on granulated food followed by pellets, and on the other hand an increase of time in the use of granulated food decreased this advantage.

The increase in weight when using granulated food in their first week of age followed by pellets, and thereafter compared with pellets during the whole growing period, was relatively small, which makes it possible to simplify the production of compound food and thus decrease the costs of production.

INDLEDNING

Fordøjelseskanal

Slagtekyllinger har et spidst næb med skarpe kanter og i lighed med andre fugle ingen tænder. Tungen har et trekantet tværsnit og er på oversiden beklædt med en hornplade, besat med små bagudrettede papiller. Normalt opsamles fødepartikler - korn og frø - i hel stand, og ved en kombination af hovedets og tungens frem- og tilbagegående bevægelser føres de hen til svælget og derfra ned i spiserøret. Mund og svælg er besat med spytkirtler, der afgiver et sekret, som fugter og smører foderet og letter derved dets passage gennem spiserøret.

Spiserøret er forholdsvis langt med muskuløse, udvidelige (elastiske) vægge. Før spiserøret når ind i brysthulen, har det en poseformet udvidelse - kroen -, der deler spiserøret i to dele. Kontraktionen af spiserøret sker i hurtig takt for den del, der er før kroen, hvorved foderet, der også i spiserøret tilføres sekret, hurtigt kommer ned i kroen. Spiserøret bevæger sig efter kroen i langsommere takt, således at foderets passage fra kro til formave sker langsomt.

Hastigheden af foderets passage bestemmes, dels af spænding i spiserørets muskulatur, dels af kråsens fyldningsgrad. Ved tom kråse kan foder passere gennem kroen direkte til formaven, men ellers virker kroen som et foreløbigt lager. Kroens vægge trækker sig sammen med ujævne mellemrum og fremmer derved foderets passage til formaven. Kroens bevægelser er nært forbundet med kråsens samt med de faktorer, der giver en hurtig passage i kråsen; fint formalet foder og fugtigt foder fremmer en hurtig passage gennem kroen.

Formaven (proventriculus) findes mellem spiserør og kråse og er indvendig besat med kirtler, der udskiller mavesaft, der indeholder pepsin og saltsyre. Foderet bevæges gennem formaven ved regelmæssige rytmiske sammentrækninger af muskulaturen. Ved overgang til kråsen har formaven en lukkemuskel, der hindrer foderet i at bevæge sig tilbage fra kråsen til formaven under kråsens kontraktioner.

Kråsen består af 2 halvkugleformede, kraftige muskler, der indvendig er dækket med en tyk, sej hinde; i kråsen formales foderet og hydrolyseres. Foruden de to halvkugleformede muskler, der formaler foderet, findes to tyndere muskler, der bevæger foderet gennem kråsen og ud i tarmen. Sammentrækning af kråsen påvirkes af dens fyldningsgrad og af foderets tilstand. Hårde partikler fører til hypopige sammentrækninger, medens blødt foder fører til færre kontraktioner, men af

længere varighed, og kråseflint synes at fremme størrelsen af muskelbevægelsen i kråsen. Denne trækker sig normalt sammen 2 til 3 gange pr. minut og formaler foderet til små partikler, hvorved dette får en stor overflade, som fordøjelseskreterne kan virke på.

Den øverste del af fordøjelseskanaalen kan – alt efter foderets fysiske tilstand – bearbejde dette, så det kommer ud i tarmen i findelt stand, så absorption af næringsstoffer bliver bedst mulig (Hill, 1976).

Foderets fysiske tilstand

Hovedparten affoder til fjerkræ er foderblandinger, der fremstilles på stærkt mekaniserede og automatiserede anlæg. Til foderblandingerne bruges foderstoffer, der for en stor parts vedkommende er biprodukter, som har gennemgået en behandling, der først og fremmest er udformet efter hovedprodukterne, f.eks. udvinding af vegetabilskolie fra olieholdige frø. Denne behandling er derfor ikke i alle tilfælde den bedste for den del af produktet, der skal bruges som foder.

Fodermidlerne forekommer bl.a. med forskellig partikelstørrelse, der umuliggør en ensartet blanding, og der er derfor ofte behov for en yderligere formaling af nogle af fodermidlerne. Den særlige bestemmelse vedrørende krav om formaling til fastsat finhedsgrad for kornpartier med flyvehavre medførere, at korn – til brug i foderblandinger – for det meste er fint formalet. Der findes meget få undersøgelser til belysning af formalingens virkning på fodermidlernes værdi som foder; dog er det vist, at tiden fra formaling til indblanding af majs i foderblandinger har en betydelig indflydelse på den ernæringsmæssige værdi af hele foderblandingen (Petersen og Andersen, 1976).

En foderblanding vil som følge af det tidligere nævnte være som mel, men denne tilstandsform giver betydelige vanskeligheder, dels for transport af foder i tankbil, dels for dets fordeling i de mekaniske foderanlæg, dels for kyllingernes optagelse af det.

I forsøg med slagtekyllinger, således som det fremgår af afsnittet "tidligere forsøg", er det vist, at foderblandinger i melform i forhold til blandinger med mere groft formalet fodermidler giver mindre tilvækst, som i nogle forsøg hører sammen med en nedgang i foderoptagelsen. Desuden er der fundet et stigende vandforbrug med faldende partikelstørrelse, og selv om en del foder spildes fra fodertrugene med groft formalet foder, spildes der endnu mere foder i vandtrugene af fint formalet foder, fordi det har siddet fast i næbbet og er blevet skyllet af under drikning.

Ud fra denne baggrund bliver foderblandinger til fjerkræ presset i piller, hvilket desuden afhjælper de vanskeligheder, der forekommer under transport af foderblandinger i melform. Desuden bliver rumvægten af foderet væsentlig forøget, f. eks. fra 570 til 710 kg pr. m³, hvilket reducerer transportomkostningerne.

Fremstilling af foderpiller

Presning af piller sker ved, at foderet passerer en matrice, der findes med forskellige huldiametre - f. eks. 3 eller 4 mm. Forud for presningen behandles mælblandingen med damp for at øge blandingens temperatur til omkring 80°C (Toft og Jensen, 1978), men uden at øge blandingens vandindhold væsentligt. En forøgelse af vandindholdet må undgås, dels for at nå en god lagerstabilitet af henholdsvis piller og granulat, dels for at nå det ønskede energiindhold m. v. pr. kg foder. Endelig betyder tilførsel af vand, at trykket i matricen falder, hvorved pillernes stabilitet nedsættes. Efter presningen køles pillerne.

Pillernes kvalitet er afhængig af en lang række faktorer, hvis betydning kun er delvis klarlagt. Det gælder således de forskellige fodermidlers egnethed til at blive presset i piller. Selv om der er nogen viden om de enkelte fodermidler, er denne knyttet til fodermidler af gennemsnitskvalitet, og det er ikke umiddelbart givet, at de enkelte fodermidlers mål for egnethed til at presses i piller kan adderes. Desuden kan det fundne mål være stærkt afhængigt af de forskellige produktionsforhold, hvorunder de er fremkommet. Det er desuden kendt, at foderets formalingsgrad har indflydelse på pillens stabilitet, idet det ved en kraftig formalning opnås, at foderets overflade bliver stor, hvorved tilførsel af fugt og opvarmning umiddelbart før presning i piller sker mest effektivt.

Der er dog i nogle tilfælde opnået bedre resultater ved foderblandinger med en blanding af fint formalet foder og grovere formalet foder (Payne, 1978). Foruden til pillernes stabilitet må der ved produktion tages hensyn til kapaciteten af pillepresen for at begrænse udgifterne mest muligt.

Tilførslen af fugt og opvarmning - også kaldet konditionering - har vist sig at påvirke foderet, så pillestyrken bliver bedre og smuldet mindre, og desuden hindrer det en stigning i mængden af frie fedtsyrer under lagring. Ved foderblandinger med byg gav konditionering dog en nedgang i tilvæksten hos kyllinger. Denne forskel på grund af konditionering fandtes ikke ved foder med majs (Rasmussen og Holm, 1978). Den fundne forskel med de to kornarter bekræfter, at forskellige fodermidler påvirkes forskelligt af forskellige processer i foderfremstillingen, og at denne

påvirkning kan være af en sådan størrelse, at den påvirker kyllingernes tilvækst. I kyllingernes første levetid kan det være vanskeligt for dem at æde pillerne, hvorfor disse knuses, så foderet fremtræder granuleret. En del af foderet vil under denne behandling blive til mel, som påny sigtes fra for at blive presset i piller. Andelen af frasigtet smuld er i mange tilfælde omkring 1/4.

VIRKNINGEN AF FODERETS FYSISKE TILSTAND PÅ KYLLINGER

Virkningen af en pilletering/granulering af slagtekyllingens foder er tidligere undersøgt i en række forsøg. Calet (1965) har i et omfattende litteraturstudium samlet oplysninger om værdien af piller i forhold til mel, og han nåede frem til, at det almindeligvis er fordelagtigt at bruge piller i stedet for mel. Der er en væsentlig forskel, hvad angår en forklaring på denne virkning, som den ændrede fysiske struktur har på kyllingernes tilvækst.

Virkningen på værdien af majs ved konditionering med damp, presning i 3 mm piller, blev undersøgt af Hinds og Scott (1958). Brug af de formalede piller af majs i en foderblanding gav en vægtforøgelse - navnlig i den første del af opdrættings-tiden, og dette formodedes navnlig at skyldes en forbedring af næringsværdien mere end en ødelæggelse af skadelige stoffer.

McIntosh et al., (1962) fandt ingen forskel på indholdet af omsættelig energi mellem formalet, pilleteret eller hel hvede, og lignende resultat fandtes for byg, havre og majs, og Sibbald (1977) fandt i sine målinger af "sand omsættelig energi" (TME) ingen forskel på en foderblanding, der fremstår som mel, eller en foderblanding, der fremstår som piller. Derimod konkluderede Wilson og McNab (1976) på grundlag af en litteraturoversigt, atfordøjelighed og indhold af omsættelig energi i enkeltfodermidler blev forbedret gennem presning i piller. I et senere arbejde fandt Sibbald (1979), at foderpiller passerede hurtigere gennem fordøjelseskana-len end mel.

Ved energi- og stofbalanceforsøg har Wenk og van Es (1979) undersøgt virkningen af groftformalet og pilleteret foder. Foruden en 3 % højere foderoptagelse og 4,5 % større tilvækst havde kyllinger, fodret med piller, en større protein-, fedt- og energitilvækst end kyllinger, fodret med mel. Ydermere gav piller en mindre aktivitet hos kyllingerne, hvilket betød en besparelse på 2 til 3 % af den optagne omsættelige energi. Virkningen af pilletering blev desuden undersøgt ved højt og lavt energiindhold i foderet (Gürocak, 1970), og den var ens i de to blandinger. Desuden fandtes, at formalede piller havde samme virkning som ikke-pilleteret fo-

der. Man har derudover fundet, at pilletering kan hindre salmonella infektion via foderet, når både den rigtige damptilførsel og temperatur anvendes ved pilleteringen (Vanderval, 1979).

Sammenligning af 2 mm piller, 3 mm piller, granulat samt mel viste den bedste tilvækst ved 3 mm piller (Härtel et al., 1970). Undersøgelser af pillernes stabilitet viste ingen væsentlig forskel på de to slags piller eller på 3 fremstillingsmetoder (konditionering med vand og tilsætning af et pille-stabiliserende stof). Endelig fandtes størst fordel ved brug af piller i den sidste del af vækstperioden, 46 dage.

Foruden sammenligningerne mellem piller henholdsvis granuleret foder og mel, er der udført forsøg med forskellige kombinationer af f. eks. granuleret foder og piller. I forsøgene af Proudfoot og Sefton (1978) og Runnels et al., (1976) blev anvendt granuleret foder i de 4 første leveuger og derpå piller i de følgende 4 uger.

I det første arbejde fandtes faldende tilvækst ved stigende indhold af mel i det pilleterede foder, medens dette ikke blev fundet i det andet arbejde. Usigtet granulat, tildelt i opdrætningsperioden på 6 uger, gav en mindre tilvækst end en periode på 2 uger med usigtet granulat, efterfulgt af 4 uger med piller, medens piller i hele opdrætningsstiden gav mindre tilvækst end kombinationen mellem granulat og piller (Thomsen, 1978).

Virkingen af pilletering på foder med henholdsvis 3 og 6 % animalsk fedt var størst ved 6 % fedt (Petersen og Jensen, 1976), og pilletering og granulering gav en mertilvækst på 4 %.

TIDLIGERE GENNEMFØRTE, MEN IKKE-OFFENTLIGGJORTE FORSØG

Som indledning til afsnittet med forsøgsresultater gennemgås resultaterne fra nogle af de første forsøg, der blev udført på afdelingen, og som ikke tidligere har været publiceret. I de første danske forsøg med granuleret foder til slagtekyllinger blev dette foder sammenlignet med fintmalet og groftmalet foder (bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmøde, 1954). Der blev gennemført 2 forsøg (tabel 1, forsøgene 1 og 2). Ved at granulere foderet opnåede man, at størsteparten af var over 2 mm, og denne foderets fysiske tilstand gav i begge forsøg den største tilvækst i de sidste 7 uger af opdrætningsstiden, foruden at holdet havde den største foderoptagelse.

Tabel 1 Sammenligning mellem fintmalet, groftmalet og granuleret foder
Table 1 Comparison between finely and coarsely ground, and granulated food

Foderets form Structure of the food	Fintmalet	Groftmalet	Granuleret
	Ground		Granulated
	finely	coarsely	
Over 2 mm, % More than 2 mm, %	6	23	64
Forsøg 1			
Vægt 13 uger, g	1284	1359	1393
Tilvækst i sidste 7 uger, g	806	878	913
Foderfb. i sidste 7 uger, kg:			
pr. kylling	3,92	3,84	4,13
pr. kg kylling	4,86	4,37	4,52
Forsøg 2			
Vægt 13 uger, g	1339	1286	1372
Tilvækst i sidste 7 uger, g	876	803	901
Foderfb. i sidste 7 uger, kg:			
pr. kylling	4,00	3,79	4,09
pr. kg kylling	4,56	4,72	4,54
Forsøg 3			
Over 2 mm, % More than 2 mm, %	5	8	-
Vægt 13 1/2 uge, g	1107	1208	1215
Foderfb. i sidste 7 uger, kg:			
pr. kylling	4,84	5,32	5,34
pr. kg kylling	4,37	4,40	4,39

Sammenligning mellem disse 3 fysiske foderformer blev gentaget i et forsøg (bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmedde, 1955) med 3 hold pr. behandling. I forsøg 3 (tabel 1) var der ingen væsentlig forskel på mængden af fraktionen over 2 mm i fintmalet og groftmalet foder, men alligevel optog kyllingerne på groftmalet foder betydelig mere foder end kyllingerne på fintmalet foder, og kyllingernes vægt blev væsentlig øget; i forhold til groftmalet foder nåede kyllingerne på granuleret foder ikke større foderoptagelse og tilvækst.

Ved fremstilling af granuleret foder kan bruges forskellige hjælpe-stoffer - f. eks. præparater, indeholdende lignosulfonat (forsøgslaboratoriets årbog, 1963). Det er desuden kendt, at melasse har en positiv, medens fedt har en negativ indvirkning på granulatets stabilitet; virkningen af stofferne blev undersøgt, dels gennem fodringsforsøg, dels ved hjælp af sigteprøver, og de indgik i foderet i stedet for 2 % byg (forsøgslaboratoriets årbog, 1963).

Tabel 2 Forskellige stoffers indflydelse på mængden af foder over 2 mm og på kyllingernes vægt og foderforbrug

Table 2 The influence of various agents on the amount of food with a structure more than 2 mm and on the weight of chickens and food conversion

Anvendt stof, 2 %	Byg	Wafolin	Durabond	Melasse	Sojaolie
Agents used, 2 %	Barley	Wafolin	Durabond	Molasses	Soya bean oil
Over 2 mm					
More than 2 mm					
Lige efter granulering, %	66,6	77,2	78,8	77,7	64,9
I fodersiloer, %	68,5	74,3	74,1	67,9	54,5
Eft. sigt. og belast. a. granulat, %	90,4	93,7	93,8	92,9	82,1
Vægt 60 dage, g	1158	1153	1171	1158	1242
Forholdstal	100	100	101	100	107
Foderforbrug, kg:					
pr. kylling	2,77	2,81	2,82	2,77	2,68
pr. kg kylling	2,39	2,44	2,41	2,39	2,32

Ved alle 3 sigteanalyser fandtes den mindste mængde foder over 2 mm i foderet med sojaolie. Tilsætning af sojaolie har mindsket granulatets stabilitet, antagelig fordi trykket i matricen er faldet på grund af fedttilsætningen, og pillerne er således ikke presset så hårdt som i de øvrige foderblandinger. De to lignosulfonater stabiliserede granulatet, og næsten tilsvarende stabilitet nåedes gennem tilsætning af melasse.

Den opnåede forbedring af granulatets stabilitet gav ingen forbedring af kyllingernes tilvækst; de to lignosulfonater gav en lidt højere foderoptagelse og dermed et større foderforbrug, end der var i kontrolholdet; melasse gav samme resultater som kontrolholdet. På trods af den forringede stabilitet af granulatet, som fandtes ved brug af sojaolie, havde dette hold den største tilvækst.

Tre af foderblandingerne "byg, melasse og sojaolie" blev anvendt både i formalet og i granuleret tilstand; i første forsøg blev kyllingerne opdrættet på dybstrøelse og i andet forsøg i batteribure (tabel 3).

I alle tre hold i tabel 3 har granulering af foderet betydet en større tilvækst - mest udtalt ved sojaolie og mindst ved foder, tilsat melasse. Både ved kontrolholdet med byg og ved holdet med melasse var foderoptagelsen mindre, når foderet var granuleret, medens der ved foder, tilsat sojaolie, ikke var nogen væsentlig forskel på granuleret og formalet foder. Den større tilvækst i dette forsøg kan derfor ikke forklares ved, at foderoptagelsen øges, når man bruger granuleret foder.

Navnlig for holdet med sojaolie har granulering givet en ekstra tilvækst, selv om den granulerede foderblanding med sojaolie kun indeholdt en forholdsvis lille mængde foder med en partikelstørrelse over 2 mm.

Tabel 3 Granuleringens indflydelse på kyllingers tilvækst og foderforbrug

Table 3		The influence of granulation of food on the chicken growth and -food consumption					
Anvendt stof, 2 %	Byg		Molasse		Sojaolie		
Agents used, 2 %	Barley		Molasses		Soyabean oil		
Granuleret	-	+	-	+	-	+	
<u>1. forsøg, dybstrøelse</u>							
Vægt 60 dage, g	1100	1158	1139	1158	1125	1242	
Foderforbrug, kg:							
pr. kylling	2,92	2,77	2,93	2,77	2,81	2,88	
pr. kg kylling	2,65	2,39	2,57	2,39	2,50	2,32	
<u>2. forsøg, batteribure</u>							
Vægt 49 dage, g	865	909	850	861	879	909	
Foderforbrug, kg:							
pr. kylling	1,96	2,04	1,93	2,02	1,96	2,08	
pr. kg kylling	2,27	2,24	2,27	2,35	2,23	2,29	

På samme måde som ved forsøget på dybstrøelse (forsøg 1) gav granulering af foderet en forøgelse af tilvæksten. Udslaget var også i forsøg 2 mindst ved foder, tilsat melasse. I modsætning til forsøget på dybstrøelse fandtes i forsøg 2 en øget foderoptagelse, når foderet blev granuleret; men kun i kontrolholdet blev foderudnyttelsen lidt bedre, medens den for de to andre hold blev dårligere.

Virkingen af pilletering og granulering kan - foruden ændring i foderets fysiske tilstand - også være varmpåvirkning, der kan inaktivere skadelige stoffer i foderet, hvilket er undersøgt i et forsøg i samme forsøgsserie, hvori indgik et hold med granuleret og derpå formalet foder.

En formaling af det granulerede foder i tabel 4 betød nedgang i foderoptagelsen fra 1,88 til 1,83 pr. kylling samt en mindre tilvækst, hvilket tyder på, at varmebehandlingen ikke i sig selv har forbedret foderet.

Granulerede foderblandinger indeholder - alt efter sammensætning og brug af pillestabiliserende midler samt teknik ved fremstilling af pillerne og ved transport - forskellige mængder foder under 1/2 mm. Betydningen af smuld belyses i følgende forsøg (forsøgslaboratoriets årbog, 1967).

Tabel 4 Granuleret og genformalet foders effekt på kyllingers tilvækst og foderforbr.

Table 4 The effect of granulated and reground food
on chicken growth and -food consumption

Foderblanding	Kontrol	Granulat	Genformal, foder
Food mixture	Control	Granulate	Reground food
Vægt 50 dage, g	841	866	806
Foderforbrug, kg:			
pr. kylling	1,88	1,88	1,83
pr. kg kylling	2,24	2,17	2,27

Af tabel 4 fremgår, at en foderblanding blev delt i: Formalet (F) og granuleret (G) foder, men det granulerede foder blev yderligere delt i: Granuleret med smuld (G+S), granuleret uden smuld (G) samt smuld (S); og forsøget udførtes både i batteribure og på dybstrøelse (tabel 5).

Tabel 5 Virkningen af smuld i granulat på kyllingernes tilvækst og foderforbrug

Table 5 The effect of dust in granulate on chicken growth and -food consumption

Dybstrøelse

Deep litter

Foderblanding	F	G+S	G	S
Food mixture	F	G+S	G	S
Vægt 55 dage, g	1333	1415	1416	1350
Foderforbrug, kg:				
pr. kylling	3,22	3,28	3,25	3,25
pr. kg kylling	2,42	2,32	2,29	2,41

Batteribure

Battery cages

Vægt 41 dage, g	877	946	976	869
Foderforbrug, kg:				
pr. kylling	1,86	1,93	1,98	1,82
pr. kg kylling	2,12	2,04	2,03	2,10

I begge forsøg gav granuleret foder en større tilvækst, men medens der hos kyllingerne på dybstrøelse ikke var forskel på de to hold med henholdsvis "granuleret foder med smuld" og "granuleret foder uden smuld", øgede frasigtning af smuld tilvæksten hos kyllingerne i batteribure. Det frasigtede smuld gav i begge forsøg næsten samme tilvækst som det ikke-granulerede foder. Hos holdene i batteribure steg foderoptagelsen med stigende partikelstørrelse, hvilket ikke var tilfældet

for holdene på dybstrøelse. De tidligere forsøg omfattede sammenligning af formalet foder og granuleret foder i hele opdrætningsperioden, men i det følgende forsøg (Petersen, 1968) opdeltes vækstperioden i 2 intervaller: De første 3 uger og resten af vækstperioden indtil 6 uger. Yderligere anvendtes granulat af både 3 mm piller og 4,5 mm piller, medens nogle hold fodredes med piller i hele opdrætningstiden; formalet (A), granulat af 3 mm piller (B), granulat af 4,5 mm piller (C), 3 mm piller (D).

Tabel 6 Granuleret foder eller piller i forskellige dele af opdrætningstiden

Table 6 Granulated food or pellets during various parts of the rearing period

Første 3 uger af opdræt. First 3 weeks of rearing	A	B	C	D	B	B	B	B
Sidste 3 uger af opdræt. Last 3 weeks of rearing	A	B	C	D	A	B	C	D
Vægt 3 uger, g	373	385	395	393	367	396	390	394
Vægt 6 uger, g	943	1026	1012	1014	918	1032	1019	1029
Foderforbrug 6 uger, kg								
pr. kylling	1,79	1,89	1,83	1,87	1,77	1,90	1,84	1,89
pr. kg kylling	1,90	1,84	1,81	1,84	1,92	1,84	1,81	1,83

Den tidligere fundne, øgede foderoptagelse og tilvækst gennem brug af granuleret foder fremkom også i dette forsøg og uden væsentlig forskel på, om det var granulat af 3 mm piller eller 4,5 mm piller. Overgang fra granuleret foder til 3 mm piller efter 3 ugers forløb gav samme tilvækst som granuleret foder i hele opdrætningstiden.

I 2 følgende forsøg (tabel 7) indenfor samme forsøgsserie blev brugt kombinationer af de to slags granulater (B og C) samt af granulat, efterfulgt af piller, henholdsvis 3 mm (D) og 4,5 mm (E). Af resultaterne i tabel 7 fremgår, at den største tilvækst fandtes i holdene med foderpiller i de sidste 4 uger af opdrætningstiden. Desuden ses, at den største tilvækst blev opnået i holdene med den højeste foderoptagelse.

Tabel 7 **Granulat eller piller i sidste del af opdrætningstiden**

Table 7 Granulated food or pellets during the last part of the rearing period

Første 3 uger af opdræt. First 3 weeks of rearing	B	B	C	C	B	B	C	C
Sidste 4 uger af opdræt. Last 4 weeks of rearing	B	C	B	C	D	E	D	E
Vægt 3 uger, g	358	378	389	377	390	394	399	393
Vægt 7 uger, g	1261	1244	1330	1265	1353	1358	1396	1339
Foderforbrug 7 uger, kg								
pr. kylling	2,66	2,68	2,74	2,68	2,76	2,80	2,83	2,78
pr. kg kylling	2,11	2,16	2,06	2,12	2,04	2,06	2,02	2,08
Vægt 3 uger, g	372	375	383	393	374	376	379	375
Vægt 7 uger, g	1283	1292	1303	1323	1304	1313	1304	1289
Foderforbrug 7 uger, kg								
pr. kylling	2,84	2,79	2,86	2,84	2,90	2,92	2,89	2,94
pr. kg kylling	2,19	2,14	2,20	2,15	2,23	2,23	2,21	2,29
Gns. af 2 forsøg:								
Vægt 3 uger, g	365	377	386	385	382	385	389	384
Vægt 7 uger, g	1272	1268	1317	1294	1329	1336	1350	1314

**SAMMENLIGNING AF FORSKELLIGE TIDSKOMBINATIONER
AF GRANULAT/PILLER**

De tidligere forsøg omhandler hovedsagelig sammenligning mellem forskellige fysiske tilstandsformer, medens man kun i mindre omfang har undersøgt, hvornår et skift fra granuleret til pilleteret foder helst skal ske. For at belyse dette spørgsmål, der ikke er undersøgt i forsøgene med pilleteret og granuleret foder, udførtes to forsøg med forskelligt tidspunkt for et skift over til pilleteret foder; derudover indgik en sammenligning mellem 3 mm piller, sigtet granulat samt usigtet granulat.

De forskellige tidsmæssige kombinationer har betydning for belysning af mulighederne for at bruge de billigere fremstillede piller i så stort et tidsrum af opdrætningstiden som muligt; ved f. eks. at bruge piller i hele opdrætningstiden ville foderets fremstillingspris blive mindre.

Materiale og metode

Forsøgene gennemførtes i et almindeligt hus til slagtekyllinger, der var indrettet

med mekanisk ventilering samt opvarmning med centralvarme, og disse blev styret af en fuldautomatisk temperatur- og ventilationsregulator. Huset var inddelt i 15 rum med 712 kyllinger ihvert, svarende til 23,7 kyllinger pr. m²; som strøelse blev brugt snittet halm.

Der anvendtes fodertønder, svarende til 1,5 cm trugkant pr. indsat kylling. Til forsøget blev fremstillet 3 typer foderblandinger - ud fra samme handelsfoderblanding: 3 mm piller (P), granuleret foder (G) og usigtet granulat (C). Før presning tilførtes foderblandingen højtryksdamp, og fremføring af foderet til pillepressen styredes, så der opnåedes et ensartet tryk i presserens matrice og samtidig en temperatur i pillen på 60-70°C. Umiddelbart efter presning nedkøledes pillerne til rumtemperatur; det frasigtede smuld blev ledt tilbage til pilletering. Foderet blev leveret i sække, så den fysiske behandling af foderet var forholdsvis skånsom. Forsøgstiden var 6 uger, og i den sidste uge fodrede man med slutfoder uden tilsætningsstoffer.

Ved 3 ugers alderen blev vejet 70 tilfældigt udtagne kyllinger pr. rum, men ved 6 ugers alder blev alle slagtede kyllinger vejet. Foderforbruget opgjordes ved afslutning af forsøget, der havde løbet fra den 24. marts til 5. maj 1977.

Det første forsøg (Radstrup, forsøg 11) gennemførtes i overensstemmelse med den i tabel 8 anførte plan.

I det andet forsøg (Radstrup, forsøg 14) blev resultaterne efterprøvet med hensyn til at bruge 3 mm piller (P) i hele opdrætningstiden; der anvendtes følgende typer af foderblandinger: 3 mm piller (P), granulat (G) og usigtet granulat (C), og forsøget gennemførtes i overensstemmelse med den i tabel 9 anførte plan.

Tabel 8 Forsøgsplan med forskellige tidskombinationer af piller (P)
granulat (G) og usigtet granulat (C)

Table 8 Experimental plan of different length of time as to the use of pellets, granulate, and granulate with dust

Hold nr. Group No.	Tid for brug af foderblandinger, uger The food mix - used in weeks					
	1	2	3	4	5	6
1	P					P
13	G	P				P
10	G		P			P
7	G			P		P
4	G				P	P
2	C					C
5	C				P	P
8	C			P		P
11	C		P			P
14	C	P				P
3	G					G
6	G				P	P
9	G			P		P
12	G		P			P
15	G	P				P

Tabel 9 Forsøgsplan for det andet forsøg

Table 9 Plan for the second experiment

Hold nr. Group No.	Tid for brug af foderblandinger, uger The food mix - used in weeks					
	1	2	3	4	5	6
1	G	P				P
13	G	P				P
10	P					P
7	P					P
4	P					P
2	G	C				C
5	C					C
8	C					C
11	C					C
14	G	C				C
3	G					G
6	G					G
9	G					G
12	G					G
16	G					G

Resultater

Resultaterne af første forsøg - Radstrup, forsøg 11, - er anført i tabel 10; ved 3 ugers vejningen havde holdene med samme foder i de 3 uger og holdene med skift til 3 mm foderpiller efter den første uge med granuleret foder eller usigtet granulat den største tilvækst; og denne tendens blev ikke ændret i den sidste del af opdrætningsstiden.

Tabel 10 Kyllingernes vægt og foderforbrug i 1. forsøg
 Table 10 The weight and food consumption of the chickens, experiment No. 1

Hold	Vægt, g		Døde %	Foderforbrug, kg	
	3 uger	6 uger		/kyll.	/kgsl. kyll.
Group	Weight, g		Mortality %	Food consumption, kg	
	3 weeks	6 weeks		/chick	/kgsl. chick
1	580	1236	2,3	2,75	2,22
13	554	1202	1,2	2,72	2,26
10	554	1179	0,3	2,61	2,21
7	571	1164	1,4	2,57	2,21
4	594	1222	1,6	2,71	2,22
2	591	1220	1,1	2,72	2,23
5	557	1233	1,4	2,62	2,13
8	571	1190	1,4	2,62	2,20
11	571	1206	2,1	2,65	2,19
14	580	1221	0,6	2,73	2,24
3	576	1196	1,6	2,69	2,25
6	569	1209	1,5	2,69	2,23
9	557	1178	1,7	2,59	2,20
12	563	1198	0,6	2,61	2,18
15	597	1255	1,1	2,81	2,24

Tabel 11 Vægt, foderforbrug ved forskelligt tidspunkt for skift til 3 mm piller
 Table 11 The weight and food consumption of the chickens
 with increasing age for shift to pellets

Foder- skift	Vægt, g	Foderforbrug, kg	
	6 uger	/kyll.	/kg kyll.
Shift	Weight, g	Food consumption, kg	
	6 weeks	/chick	/kg chick
1. uge	1233	2,75	2,23
2 uger	1189	2,61	2,20
3 uger	1182	2,61	2,21
4 uger	1215	2,68	2,21

I tabel 11 er der beregnet gennemsnit for hold med samme tidspunkt for skift til 3

mm foderpiller, idet virkningen af skiftet på forskelligt tidspunkt er den samme både for granuleret foder og for usigtet granulat. Den største tilvækst havde holdene med skift efter én uges forløb, medens holdene med skift efter 2 eller 3 uger havde den mindste tilvækst, og holdene med skift til 3 mm piller ved 4 ugers alder nåede en vægt mellem disse 2 punkter. Foderoptagelsen var størst hos holdene med skift efter én uge, noget mindre ved skift ved 4 ugers alder og mindst hos holdene, der begyndte med foderpiller efter 2 eller 3 uger.

Overgangen fra granuleret foder eller usigtet granulat til 3 mm foderpiller ved 2 eller 3 ugers alderen nedsatte foderoptagelsen, hvorved tilvæksten er blevet formindsket - navnlig i forhold til den tidlige overgang til 3 mm piller.

Tabel 12 Kyllingernes vægt og foderforbrug i 2. forsøg
Table 12 The weight and food consumption of the chickens, experiment No. 2

Hold	Vægt, g		Foderforbrug, kg		
	3 uger levende slagtet	6 uger	pr. kylling		pr. kg kylling
Group	Weight, g		Food consumption, kg		
	3 weeks alive	6 weeks slaught	per chicken 1st w.	per kg 6 weeks	per kg chicken
3	563	1240	0,126	2,80	2,26
4	546	1231	0,125	2,77	2,25
7	551	1258	0,123	2,65	2,11
10	537	1173	0,124	2,61	2,23
13	566	1229	0,125	2,72	2,21
2	563	1226	0,127	2,76	2,25
5	543	1174	0,125	2,62	2,23
8	523	1162	0,120	2,50	2,15
11	523	1153	0,126	2,53	2,19
14	540	1196	0,124	2,65	2,22
3	563	1231	0,126	2,74	2,23
6	571	1221	0,123	2,74	2,24
9	566	1190	0,128	2,70	2,27
12	577	1212	0,126	2,63	2,17
15	560	1289	0,126	2,84	2,20

Ved tilbagevejning af foderet, da kyllingerne var 1 uge (tabellerne 12 + 13), fandtes et gennemsnitligt foderforbrug pr. kylling på 125 g og en meget lille forskel på grund af foderets fysiske tilstand.

Stikprøvevejningen ved 3 ugers alderen viste størst tilvækst hos holdene med granuleret foder - 571 g -, hvorpå fulgte holdene med piller - 545 g - og til sidst holdene med usigtet granulat - 533 g. En sammenligning mellem holdene G og C, hvor

Tabel 13 Kyllingernes vægt, foderoptagelse og foderforbrug
Table 13 The weight, food intake, and food consumption of the chickens

Hold	Behandling	Vægt, g			Foderforbrug, kg		
		3 uger	6 uger	diff.	pr. kylling 1. uge	pr. kg 6 uger kylling	pr. kg kylling
Group	Treatment	Weight, g			Food consumption, kg		
		3 w.	6 weeks	diff.	per chicken 1st w.	per kg 6 week, chicken	per kg chicken
4+7+10	P	545	1221	676	0,124	2,68	2,19
1+13	G + P	565	1235	670	0,126	2,76	2,23
5+8+11	C	533	1163	630	0,124	2,55	2,19
2+14	G + C	552	1211	659	0,126	2,71	2,24
6+9+12	G	571	1208	637	0,126	2,69	2,23
3+15	G + G	572	1260	688	0,126	2,79	2,21

forskellen på den fysiske struktur var en sigtning af foderet til hold G, medens foderet til hold C bestod af usigtet, knuste piller, viste, at brug af granuleret foder i 1. levestage forud for brug af piller eller usigtet granulat i begge tilfælde gav en forøgelse af vægten.

De tidligere forsøg viste en forøgelse af tilvæksten i overensstemmelse med resultaterne, refereret af Calet (1965), men dog uden væsentlig forskel mellem granuleret og groftformalet foder, hvorimod Hinds og Scot (1958) fandt en øget tilvækst på grund af pilleteringens indflydelse på majs, og Wilson og McNab (1976) fandt såvel bedre fordøjelighed som højere indhold af omsættelig energi i enkeltfodermidler. Derimod blev fundet samme tilvækst ved "formålet" og "pilleteret og atter formålet foderblanding", hvilket tyder på, at virkningen af pilletering skyldes ændringen i foderets fysiske tilstand. Dette understøttes af målingerne af den "sande omsættelige energi", hvor Sibbald (1977) ingen forskel fandt på mel og piller. Ved balanceforsøg fandt Wenk og van Es (1979) en bedre udnyttelse af den omsættelige energi med foder i piller i forhold til foder som mel, og samtidig fandtes en bespa-

relse i brugen af omsættelig energi på 2 til 3 % på grund af mindre aktivitet hos kyllinger, der fik foderet som piller.

Der er endvidere overensstemmelse mellem resultaterne af Proudfoot og Sefton (1978) og de to sidste forsøg; at øget smuldindhold nedsætter tilvæksten. I modsætning hertil fandt Runnels (1976) ikke denne negative virkning af smuld i piller, hvilket svarer til forsøget "granuleret foder med og uden smuld" (1967). Det kunne forklares ved, at de finere partikler passerer hurtigt gennem den første del af fordøjelseskanalen, hvorved påvirkningen af foderet i formave og kråse mindskes.

Både i litteraturoversigten af Calet (1967) og i forsøget af Wenk og van Es (1979) fandt man øget foderoptagelse ved brug af piller eller granuleret foder, og dette fandtes i et af de tidligere forsøg samt i det andet forsøg med forskellige tidskombinationer, hvor holdene med "granuleret foder med smuld" havde den laveste foderoptagelse (C).

I de tidligere forsøg med forskellige tidskombinationer af piller og granulat var blevet fundet, at skift fra granulat til 3 mm piller ved 19 dages alder gav samme tilvækst som brug af granulat i hele opdrætningsperioden (Petersen, 1968). De to sidste forsøg viste, at 1 uges fodring med granulat og derpå piller gav samme tilvækst som brug af granulat i hele vækstperioden, samt at tilvæksten kun blev lidt formindsket, når man brugte piller med det samme. Derimod gav skift fra granulat til piller ved 2 og 3 ugers alderen, som slagtekyllingeproducenter ofte praktiserer det af hensyn til leverancernes størrelse, mindre tilvækst end både tidligere og senere skift.

Brug af piller allerede fra starten mindsker en forurening af drikkevandet med fine foderpartikler (< 0.5 mm), der derudover kan være årsag til tryk-skader og sår-dannelser omkring næbbet hos de unge kyllinger (Wilson og McNab, 1976).

En udnyttelse af resultaterne, der viser, at piller kan bruges allerede fra starten, vil kunne forenkle produktionen af foderblandinger og dermed give en reduktion i fremstillingsomkostningerne.

LITTERATUR

- Calet, C., 1965.
The relative value of pellets versus mash and grain in poultry nutrition,
World's Poultry Science Journal 21: 23-52.
- Gürocak, B., 1970.
Untersuchungen über den Einfluss des Pressens des Geflügelfutters auf die
Mastergebnisse.
Archiv für Geflügelkunde 34: 211-215.
- Hill, K.J., 1976.
The anatomy and general physiology and the alimentary tract. Digestion in
the fowl, pp 3-24. Edited by K.N.Boorman and B.N.Freeman,
British Poultry Science Ltd., Edinburgh.
- Hinds, F.C. and Scott, H.M., 1958.
Age of chicks - a factor in response to pelleted corn.
P.Sci. 37: 189-192.
- Härtel, H., Scholtyssek, S. und Friedrich, W., 1970.
Beeinflussung der Mastleistung von Broilern durch die Futterform und das
Pressverfahren bei unterschiedlicher Proteinkonzentration des Futters.
Archiv für Geflügelkunde 34: 23-37.
- McIntosh, J.I., Slinger, S.J., Sibbald, I.R., and Ashton, G.C., 1962.
Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds.
7. The effects of grinding, pelleting, and grit feeding on the availability
of the energy of wheat, corn, oats, and barley.
8. A study on the effects of dietary balance.
P.Sci. 41: 445-456.
- Petersen, V.E., 1968.
Foderets fysiske struktur.
Bilag til Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums efterårsmøde den 24. og 25.
oktober 1968, København 1968, s.192-198.
- Petersen, V.E. og Andersen, J.O., 1976.
Lagringstidens indflydelse på foderværdien af formalet majs.
Meddelelse nr. 105, Statens Husdyrbrugsforsøg, Rolighedsvej 25, 1958 Kø-
benhavn V.
- Petersen, V.E. og Jensen, O., 1976.
Foderets struktur og begyndelsestemperaturens indflydelse på kyllingers fo-
deromsætning.
Meddelelse nr. 131, Statens Husdyrbrugsforsøg, Rolighedsvej 25, 1958 Kø-
benhavn V.
- Proudfoot, F.G. and Sefton, A.E., 1978.
Food texture and light treatment effects on the performance of chicken broi-
lers.
P.Sci. 57: 408-416.

- Rasmussen, P., Skovmand og Holm, F., 1978.
Kvaliteten af foder til enmavedyr - i relation til lagring og teknisk forarbejdning.
Beretning nr.86, Bioteknisk Institut, Holbergsvej 10, 6000 Kolding.
- Runnels, T.D., Malone, G.W., and Klopp, S., 1976.
The influence of feed texture on broiler performance.
P.Sci.55: 1958-1961.
- Sibbald, I.R., 1977.
The effect of steam pelleting on the true metabolizable energy value of poultry diets.
P.Sci.56: 1686-1688.
- Sibbald, I.R., 1979.
Passage of feed through the adult rooster.
P.Sci.58: 446-459.
- Thomsen, M., Gaardbo, 1978.
Foderstrukturens indflydelse på slagtekyllingers tilvækst og foderforbrug samt produktionsøkonomi.
Meddelelse nr.243, Statens Husdyrbrugsforsøg, Rolighedsvej 25, 1958 København V.
- Toft, O.A. og Jensen, J., 1978.
Optimering af pelletering.
Meddelelser nr.1 og 2, 11.årgang: 40-45, Bioteknisk Institut.
- Vanderwal, P., 1979.
Salmonella control of feedstuffs by pelleting or acid treatments.
World's Poultry Science Journal 35: 70-78.
- Wenk, C. und van Es, A.J.H., 1979.
Pelletiertes und mehiförmiges Futter beim wachsenden Küken.
Archiv für Geflügelkunde 43: 210-214.
- Wilson, B.J. and Macnab, J.M., 1976.
The effect of pretreatment on the nutritive value of diets for poultry.
Proceedings Nutrition Society 35: 231-236.
- Fintmalet eller groftmalet foder.
Bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmøde den 21. og 22. oktober 1954.
Fjerkræforsøgene, s.7, korrektur, fortroligt.
- Fintmalet eller groftmalet foder.
Bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmøde den 20. og 21. oktober 1955.
Fjerkræforsøgene, s.6, korrektur, fortroligt.
- Wafolin og durabond som bindemiddel i granuleret foder.
Bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmøde
Fjerkræforsøgene, s.310-316, København 1963.
- Granuleret foder med og uden smuld.
Bilag til forsøgslaboratoriets efterårsmøde
Fjerkræforsøgene, s. 226-227, København 1967.
-