

477. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Hans Ranvig

Slagtekyllingers udnyttelse af fosfor fra fosfor- kilder med forskellig pH-statisk reaktivitet

The Utilization of Phosphor
of Slaughter Chickens from
Phosphor Sources with
Different pH-static Reactivity

Summary in English



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1978

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	3
Indledning	5
Sammendrag	6
Summary	6
Litteraturstudier og indledende undersøgelser	7
Foderets passagehastighed og surhedsgrad forskellige steder i fordøjelseskanaalen	7
Fosfater til foderbrug	7
Kemiske metoder til bedømmelse af fosforkilders værdi	9
pH-statisk reaktivitetsbestemmelse	10
Kemisk og pH-statisk analyse af foderfosfater	10
Fosfor i vegetabiliske fodermidler	13
Tidligere fodringsforsøg	13
Fodringsforsøg	14
Trollesminde 2-77	14
Hus og pasning	14
Foder	14
Forsøgsresultater	17
Konklusion, forsøg Trollesminde 2-77	19
Forsøg Radstrup 13	19
Foder	19
Hus og pasning	20
Kemisk analyse af foder	20
Forsøgsresultater	21
Konklusion, forsøg Radstrup 13	21
Forsøg Radstrup 15	21
Kemisk analyse af foder	22
Forsøgsresultater	23
Konklusion, forsøg Radstrup 15	24
Diskussion	25
Konklusion	27
Anerkendelse	27
Litteratur	28

FORORD

Ved Afdelingen for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner er der gennem de senere år udført en række forsøg med fosfor til slagtekyllinger. Forsøgene omfattede, dels forskellige mængder fosfor i foderet, dels - i et enkelt forsøg - forskellige kilder af fosfor. Interessen for disse forsøg er blevet yderligere stimuleret af den begrænsede, totale mængde fosfor, der kan bruges i foder, dels af en kraftig forøgelse af prisen på fosfor. Foruden den biologiske vurdering af fosfor fra forskellige kilder er der behov for en kemisk metode, der giver mulighed for at bedømme værdien af fosfor fra forskellige kilder, før de blandes i foderet.

I denne beretning er beskrevet en kemisk metode til måling af værdien af fosfor fra forskellige kilder; desuden er værdien af fosfor fra disse kilder bedømt gennem forsøg med slagtekyllinger. Forsøgene er udført ved samarbejde mellem Kemisk Institut og Afdelingen for Fjerkræets Avl og Fodring ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og Afdelingen for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner ved Statens Husdyrbrugsforsøg samt Fyens Andels-Foderstofforretning. Desuden har en række enkeltpersoner medvirket på forskellig måde.

Konsulent B. Svendsen, Landsudvalget for Fjerkræ, har EDB-beregnet foderblandingerne sammensætning, forsøgsassistenterne Sonja Madsen og Torkel Madsen, har passet kyllingerne i forsøg "Trollesminde 2-77", medens kyllingerne i de to øvrige forsøg blev passet af Niels Lundsgaard. Foderblandingerne til de to sidstnævnte forsøg blev fremstillet af Fyens Andels-Foderstofforretning, laboratorieførstander E. Schaumburg.

Planlægning og gennemførelse af forsøgene er forestået af adjunkt Hans Ranvig, Afdelingen for Fjerkræets Avl og Fodring, Husdyrbrugsinstituttet ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, der også har skrevet beretningen.

Assistent Harriet Mikkelsen har renskrevet beretningen, og ved udarbejdelse og tilrettelægning af manuskriptet har assistent Britta Christensen, Husdyrbrugsinstituttet, og overassistent Inge Erlandsen medvirket.

Forhåbentlig kan resultaterne i beretningen give et bidrag til en endnu bedre udnyttelse af de mulige fosforkilder.

Til alle, der har bidraget til forsøgsarbejdet, der er omtalt i beretningen, bringes afdelingens bedste tak.

København, november 1978

J. Fris Jensen

INDLEDNING

Lejlighedsvis udbrud af rakitisk hos kyllinger har medført øget tilsætning af fosfor i foderet, men prisstigninger på foderfosfat har imidlertid nu øget interessen for at nedsætte mængden af dette i foderet. En betingelse for, at det er forsvarligt, er kendskab til kyllingernes udnyttelse af fosfor. Fosforkildernes indhold af totalfosfor siger kun lidt om deres værdi som fodermiddel, men en reaktivitetsbestemmelse, der er et mål for opløselighedshastighed, målt ved hjælp af pH-stat (Jensen, 1978), må derimod antages at kunne give værdifulde supplerende oplysninger om fosfaterne. Det har derfor været de beskrevne forsøgs primære formål at belyse sammenhængen mellem fosforkilders pH-statiske reaktivitet og deres værdi som mineraltilskud i slagtekyllingefoder.

Hvis der konstateres en rimelig sammenhæng mellem foderfosfaters pH-statiske reaktivitet og kyllingernes udnyttelse af dem, kan den pH-statiske reaktivitetsteknik medvirke til en mere hensigtsmæssig udnyttelse af de svindende, lettilgængelige reserver af råfosfat.

Tre forsøg med slagtekyllinger, Trollesminde 2-77, Radstrup 13 og Radstrup 15, gennemførtes for at undersøge, om der på kyllingerne kunne registreres en forskel - alt afhængig af, hvilken fosforkilde der var brugt i foderet, og om der var sammenhæng mellem kyllingernes reaktion og fosforkildernes pH-statiske reaktivitet.

I Trollesminde 2-77 (300 kyllinger) var foderet sammensat af vegetabiliske fodermidler. Med tre fosforkilder og fem tildelingsniveauer, hvoraf 4 er under kyllingernes fosfornorm (NRC, 1971), udførtes dette forsøg som vejledende for de følgende produktionsforsøg. Forsøg Radstrup 13 omfattede 10.500 kyllinger, der fik almindeligt handelsfoder med 3 % fiskemel og 5 % kôd-benmel. Her blev brugt de samme tre fosforkilder med et tildelingsniveau, der var i overensstemmelse med norm.

I forsøg Radstrup 15 (10.500 kyllinger) anvendtes de tre fosforkilder hver på to tildelingsniveauer, ét i overensstemmelse med normen og ét lige under. Foderet var sammensat af vegetabiliske fodermidler plus 1 % fiskemel; det vil således sige, at der i først- og sidstnævnte forsøg var tale om en lavere stresstærskel på grund af en større andel organiskbundet fosfor i foderet.

SAMMENDRAG

I forsøgene blev fundet en positiv sammenhæng mellem fosforkilders opløselighed, udtrykt ved pH statisk reaktivitet (pH 2,7 og 37°C), og kyllingers tilvækst, der bruges som et udtryk for udnyttelsen. Effekten af fosfat med høj reaktivitet var særlig tydelig i tilfælde af underforsyning med fosfor.

På langt sigt kan der muligvis udvikles praktisk anvendelige og økonomisk konkurrencedygtige metoder til at gøre det fyтинbundne fosfor i vegetabiliske fodermidler tilgængeligt for enmavede dyr.

Men indtil dette er tilfældet, kan pH statisk reaktivitetsbestemmelse af foderfosfater bruges som et kvalitetskriterium og dermed bevirke en mere hensigtsmæssig udnyttelse af dem. Fosforkilder med høj reaktivitet må, alt andet lige, foretrækkes.

SUMMARY

In the experiments was found a positive correlation between the solubility of the phosphor sources measured as pH static reactivity, and the growth of the chickens; the growth was used as an expression for phosphor utilization. The positive effect of phosphate with a high reactivity was much pronounced in the case of under-supply.

In the future methods might be developed to make the fyтine bound phosphorus in vegetable feedstuffs fully available for non-ruminants. Until this is the case the measurement of the pH static reactivity of phosphor sources can be used as a criterium of quality to make their utilization efficient. Phosphor sources with a high reactivity - other things being equal - must be preferred.

LITTERATURSTUDIER

og indledende undersøgelser

Foderets passagehastighed og surhedsgrad forskellige steder i fordøjelseskanalen

Speed of food passage and acidity various places in the alimentary tract

Det fint formalede, træstoffattige foder, der normalt anvendes til kyllinger, er ca. 4 timer om at passere gennem fordøjelsessystemet (Kaupp og Ivey, 1923). Kråsen tilbageholder kun partikler større end 1 mm (Scott, 1970), hvorfor kroen og kråsens oprindelige funktion, som er at oplagre, opløde og findele, er reduceret.

Foderet opholder sig således i forholdsvis kort tid i de stærkt sure afsnit af fordøjelseskanalen (se figur 1). Her finder opløsning af mineralsalte sted, hvilket anses for at være en forudsætning for dyrenes udnyttelse af dem.

Fosfater til foderbrug

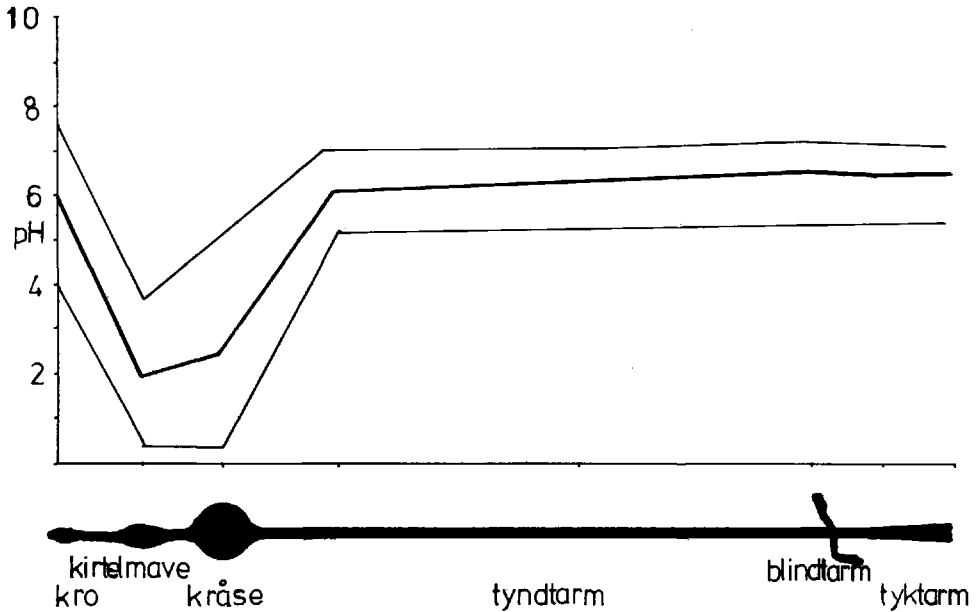
Feed phosphates

Fosforforbindelser, som anvendes i husdyrfoder, forhandles i Danmark på grundlag af indhold af totalfosfor; andre steder sker det på grundlag af citratopløseligt fosfat.

Tabel 1 Kemisk formel og indhold af calcium og fosfor i brushit og monetit

Table 1 Formula and content of calcium and phosphor in brushit and monetit

	Kemisk formel	Ca, %	P, %
	Formula	Ca, %	P, %
Brushit	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	18,01	23,29
Monetit	CaHPO_4	22,77	29,46



Figur 1. Gennemsnits pH-værdier med minimum- og maximum-afvigelser, målt på indhold i forskellige dele af fordøjelseskanalen (Herpol og van Grembergen, 1967, mod. efter Bell og Freemann, 1971).

Figur 1 viser gennemsnitsværdier for pH forskellige steder i fordøjelseskanalen; i kirtelmave/kråse ligger pH mellem 2 og 3. Da pH i den sure mave hos svinet er 2,7, blev denne pH-værdi valgt på Kemisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, af praktiske grunde ved den pH-statistiske reaktivitetsbestemmelse.

De fleste forfattere skelner ikke mellem brushit og monetit, som begge forhandles under betegnelsen dicalciumfosfat. Som det fremgår af tabel 1, har brushit et lavere indhold af calcium og fosfor end monetit, der til gengæld er langt mindre reaktivt og tungere opløseligt.

Rucker et al. (1968) fandt, at fosfor i brushit blev udnyttet 25-50 % bedre end fosfor i monetit, når det drejede sig om kyllinger og kalkunkyllinger. Udnyttelsen af fosfor i monetit blev øget med alderen op til 5 uger hos kyllinger, men ikke hos kalkunkyllinger; andre forfattere hævder, at de er lige gode.

Scott et al. (1976) angiver den "biologiske værdi" for brushit og monetit til henholdsvis 110 og 90, hvor det, de kalder β calciumfosfat, er lig 100, og denne "biologiske værdi" er bestemt på grundlag af calcium- og fosforindhold i forsøgskyllingernes knogleaske.

Glødefosfat er en forholdsvis ny fosforkilde og er fremstillet af råfosfat, der oplukkes ved glødning bl. a. med natriumcarbonat. Denne fosforkilde er afprøvet i produktionsforsøg med 10.000 slagtekyllinger (Ranvig, 1976); den kemiske formel for glødefosfat er $\text{Ca}_5\text{Na}_2(\text{PO}_4)_4$.

Kemiske metoder til bedømmelse af fosforkilders værdi

Chemical methods to evaluation of the value of phosphor sources

Der er gjort flere forsøg på at udvikle kemiske metoder til bestemmelse af fosforkilders værdi i foderblandinger.

Day et al. (1973) konstaterede en ringe overensstemmelse mellem opløselighed i henholdsvis 0,4 % saltsyre, 2,0 % citrat og neutral ammoniumcitrat og kyllingers udnyttelse af dem; hvilket næppe kan overraske, da 0,4 % saltsyre svarer til en brintionkoncentration på 0,1095 M, d.v.s. pH ca. 1. Den tilsvarende værdi ved pH 2,7, der er mere realistisk i kyllingernes kirtelmave/kråse, er 0,002M. Desuden ændres pH, efterhånden som fosfatet går i opløsning. De to opløsninger med citrat er en hævdunden analysemetode for thomasfosfat (gødningsfosfat), men kan ikke anses for hensigtsmæssig i forbindelse med vurdering af foderfosfater. Derimod er der en mulighed for, at reaktiviteten, målt pH-statisk ved 37°C og pH 2,7, kan sige noget om fosforkildernes værdi som fodermiddel, netop fordi forsøgsbetingelserne holdes konstant i hele måleperioden.

pH-statisk reaktivitetsbestemmelse

pH-static reactivity determination

Reaktivitetsbestemmelsen indledes med, at en passende mængde af det stof, der skal undersøges, tilsættes lidt fortyndet saltsyre til pH 2,7. Fra en automatburette, styret af en glaselektrode, tilsættes 0,1 M saltsyre i en sådan takt, at pH holdes konstant. Den tilsatte syremængde aftegnes af en skriver som en funktion af tiden, og kurven for syreforbruget angiver den takt, hvormed det undersøgte stof går i opløsning; den tegnede kurve kaldes stoffets reaktivitetsprofil under de givne omstændigheder. Der er her valgt pH 2,7 og 37°C for at komme nær forholdene i kirtelmave og kråse. En nærmere beskrivelse af metoderne er givet af Jensen et al. (1977) og Jensen (1978).

Kemisk og pH-statisk analyse af foderfosfater

Chemical and pH-static analysis of feed phosphates

Med henblik på følgende forsøg blev der på en foderstoffabrik udtaget 200 kg fra hver af 3 foderfosfater, der bl.a. bruges til fjerkræfoder. Prøven blev underkastet kemisk analyse for calcium- og fosforindhold samt reaktivitetsbestemmelse og røntgenkrystallografisk faseanalyse. Tabel 2 viser resultaterne fra de kemiske analyser, der blev udført på afdelingen for dyrefysiologi m.m., Statens Husdyrbrugsforsøg.

Tabel 2 Kemisk analyse af fosfater for calcium og fosforindhold

Table 2 Chemical analysis of phosphates for the content of calcium and phosphor

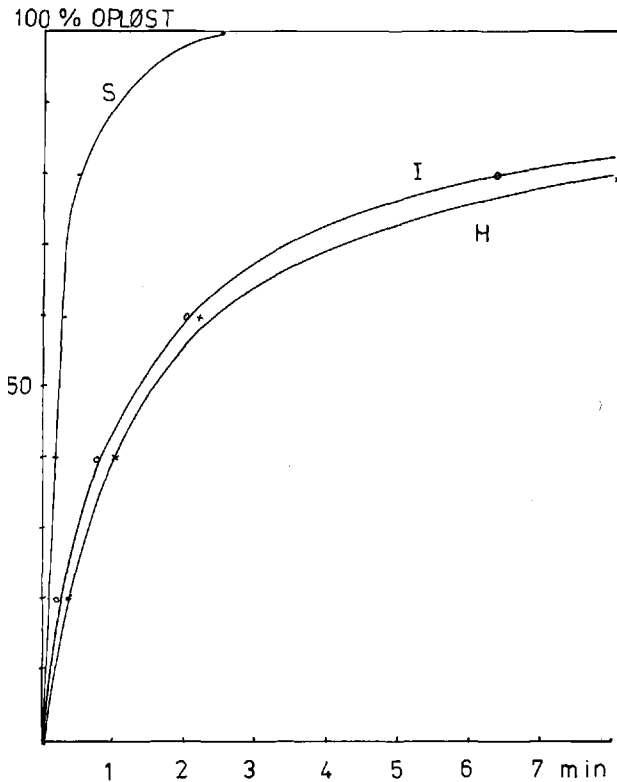
Fosforkilde	% Ca	% P
Sources of phosphor	% Ca	% P
S: Svensk dicalciumfosfat	25,51	17,01
H: Hollandsk dicalciumfosfat	28,52	20,38
I: Israelsk glødefosfat	29,70	17,41

Det fremgår af tabellen, at H har et fosforindhold, der er ca. 3 % større end S og I, mens calciumindholdet i S er ca. 3 og 4 % mindre end henholdsvis H og I.

Resultaterne af pH-statisk og røntgenanalyse fremgår af tabel 3.

Af tabel 3 fremgår, at S opløses meget hurtigt - se også figur 2. Efter 2 timers forløb er alt opløseligt stof gået i opløsning, mens der efter 24 timers forløb kun er

Figur 2 viser reaktivitetsprofilerne for de tre fosforkilder på grundlag af tallene i tabel 3.



Figur 2. Begyndelsen af reaktivitetsprofiler ved pH 2,7 og 3,7°C for de trefosforkilder - S: Svensk dicalciumfosfat (brushit), H: Hollandsk dicalciumfosfat (brushit/monetit) og I: Israelsk glødefosfat.

Figur 2 anskueliggør tydeligt, at "S" er langt mere reaktiv end "I" og "H"; det må dog understreges, at en opholdstid på 1 minut i pH-staten formentlig svarer til længere tid i kyllingens kirtelmave/kråse, da der i pH-staten finder en kraftig omrøring sted, men det indbyrdes forhold mellem reaktivitetsprofilerne berøres dog næppe synderligt heraf.

en uopløselig rest på 1,16 % af den mængde fosfat, der indgik i analysen. Fosforkilde H reagerer trægere, og der er efter 24 timer en uopløselig rest på 19,26 % bestående af monetit. Glødefosfat I opløses nogenlunde i samme takt som H, men med en noget mindre uopløselig rest på 8,85 %, bestående af apatit, uomdannet råfosfat.

Tabel 3 Resultater af pH-statisk og røntgenanalyse af fosforkilder som i tabel 1

Table 3 Results of pH-static analysis and X-ray analysis of phosphor sources

Behandling	S-dicalcium-fosfat	H-dicalcium-fosfat	I-glødefosfat	
Treatment	S-dicalcium phosphate	H-dicalcium phosphate	I-defluorinated phosphate	
	1	0,10	0,40	0,20
	2	0,10	0,60	0,60
Femte dele opløst efter tid i min.	3	0,10	1,20	1,24
	4	0,15	5,80	4,32
	5	1,85	-	-
% af opløseligt stof, opløst efter 2 timer	100	94,2	96,4	
Uopløselig rest efter 24 timer	1,16	19,26	8,85	
Røntgenanalyse af fosforkilder:				
pH-statisk analyse	{ før: Brushit	Brushit	$\text{Ca}_5\text{-Na}_2(\text{PO}_4)_4$	
	{ efter: Brushit	Monetit	Apatit	

En sammenligning af resultaterne i tabellerne 1, 2 og 3 viser, at fosforkilde H er en blanding af brushit og monetit, hvilket forklarer det høje calcium- og fosforindhold. Dog viste røntgenanalysen, at hovedparten af det undersøgte stof var brushit, og den uopløselige rest monetit; disse to mineraler er identiske på nær indholdet af krystalvand (se tabel 1), og deres forskellige pH-statiske reaktivitet hænger formentlig sammen med deres forskellige krystalstrukturer.

Fosfor i vegetabiliske fodermidler

Phosphor in vegetable feedstuffs.

Fosfor i vegetabiliske fodermidler tillægges normalt ringe værdi til enmavede dyr; en stor del af det vegetabiliske fosfor er bundet i et kompleks som calciumfytat, og de enmavede dyr kan ikke udnytte fosfor fra dette kompleks, da de mangler enzymet "fytase".

Der er imidlertid stor forskel på vegetabiliske fodermidler med hensyn til den del af totalfosfor, som er fytinbundet (Nelson et al., 1968a). Desuden er der forskel mellem deres indhold af fytase. Flere gange har man konstateret, at høner udnytter vegetabilisk fosfor bedre end kyllinger, og Gillies et al. (1953) konkluderer på grundlag af sine undersøgelser, at omkring halvdelen af plantefosfor er tilgængeligt for høner. Salman og McGinnis (1968) rapporterede således, at fosforbehovet hos æglæggende høner kunne dækkes udelukkende med fosfor fra vegetabiliske fodermidler, mens Singsen et al. (1969) i et tilfælde bestemte, at voksne høners udnyttelse af fosfor i gul majs var 85,3 % af den tilsvarende mængde i dicalciumfosfat.

Nelson et al. (1968b, 1971) fandt, at forsøgskyllingerne udnyttede fytinbundet fosfor i sojaskrå lige så godt som uorganisk fosfat, efter at sojaskrå var tilført fytase, produceret af en svamp "Aspergillus ficcum". Fytase forårsager en in vivo hydrolyse af fytin til en inositol og fosfat, der kan udnyttes af kyllingerne.

Tidligere fodringsforsøg

Earlier feeding experiments

Tidligere produktionsforsøg med forskellige fosforkilder (Ranvig, 1976) og fosfortilskud efter gængse normer viste ingen forskel med hensyn til kyllingernes tilvækst, foderforbrug eller dødelighed.

I forsøgsfoderet ved disse forsøg indgik tre forskellige fosforkilder - hver på to tildelingsniveauer; det drejede sig om to dicalciumfosfater (Brushit) af svensk og belgisk oprindelse og en israelsk glødefosfat.

Der blev tilstræbt et tildelingsniveau på henholdsvis 3,5 og 4,0 g uorganisk fosfor pr. 3000 kcal OE. Man valgte disse niveauer, fordi de er den nedre og øvre grænse i det interval, hvor fosforindholdet - i følge Petersen (1976) - kan variere uden at påvirke kyllingernes vækst, foderforbrug og dødelighed.

Foderblandingen var en almindelig handelsfoderblanding med 2 % fiskemel og 3 % kød-benmel. I blandingerne med det mindste fosforindhold blev brugt 1,0 % fosforkilde og 0,8 % kridt, og i blandingerne med det høje fosforindhold var de tilsvarende værdier 1,3 og 0,3 %.

FODRINGSFORSØG

Trollesminde 2-77

Forsøget fandt sted i perioden 28/5 - 6/7 1977.

Forsøgsanlægget til dette forsøg har plads til 300 kyllinger, men i modsætning til produktionsforsøg med f. eks. 10.000 kyllinger er det her overkommeligt at løbe den økonomiske risiko ved at gå under normen for fosfortildeling for at opnå et mere sikkert forsøgsudslag.

Hus og pasning

Management

Kyllingerne blev vingmærket og derefter indsat i bure med fintmasket trådbund, og alle bure var anbragt i samme vandrette plan. Rumtemperaturen var ved indsættelsen 33°C i den højde, hvor kyllingerne befandt sig, men blev gradvis nedsat til ca. 22°C. Kyllingerne havde lys døgnnet rundt og fri adgang til foder og vand; de blev alle vejjet enkeltvis - 12, 27 og 39 dage gamle - samtidig med, at foderforbruget blev opgjort.

Foder

Composition of experimental diets

Foderets sammensætning blev beregnet ved lineær programmering. Kravene til foderblandingerne var: Samme protein/energiindhold, 100 % dækning af aminosyrebehov samt 1,05 % calcium i alle blandinger, hvori der ikke indgik foder af animalsk oprindelse.

Med hver af de 3 fosforkilder, som er beskrevet i tabellerne 2 og 3, blev fremstillet 5 blandinger med henholdsvis 0,08, 0,13, 0,18, 0,23 og 0,28 % tilsat fosfor, d.v.s. at mængden af tilsat fosfat baseredes på dette fosfats fosforindhold. Det højeste fosforniveau i dette forsøg er af samme størrelsesorden som det laveste i det tidligere omtalte forsøg (Ranvig, 1976), og således ligger de fire fosforniveauer i dette forsøg under de gængse normer (NRC, 1971).

Blandingernes sammensætning fremgår af tabel 4.

Tabel 4 Foderblandingerens sammensætning i forsøg - Trollesminde 2-77

Table 4		Composition of experimental diets - Trollesminde 2-77				
		S - dicalciumfosfat				
Sojaskrå,	%	32.10	32.10	32.24	32.24	32.30
Majs,	%	54.97	55.54	56.00	56.50	56.94
Byg,	%	8.30	7.60	6.90	6.30	5.70
Nitrovison,	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Methioninblanding,	%	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Lysinblanding,	%	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Dicalciumfosfat - S,	%	0.47	0.77	1.06	1.36	1.65
Kridt,	%	2.10	1.93	1.74	1.54	1.35
Salt, *)	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
I alt	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		H - dicalciumfosfat				
Sojaskrå,	%	32.00	32.10	32.10	32.20	32.20
Majs,	%	54.72	54.94	55.37	55.61	56.04
Byg,	%	8.70	8.30	7.80	7.40	6.90
Nitrovison,	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Methioninblanding,	%	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Lysinblanding,	%	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Dicalciumfosfat - H,	%	0.39	0.64	0.88	1.13	1.37
Kridt,	%	2.14	1.96	1.79	1.60	1.43
Salt, *)	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
I alt	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		I - glødefosfat				
Sojaskrå,	%	32.00	32.10	32.10	32.20	32.20
Majs,	%	54.78	55.03	55.40	55.70	56.13
Byg,	%	8.70	8.20	7.76	7.30	6.80
Nitrovison,	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Methioninblanding	%	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Lysinblanding,	%	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Glødefosfat	%	0.46	0.75	1.04	1.32	1.61
Kridt,	%	2.00	1.86	1.64	1.42	1.20
Salt, *)	%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
I alt	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*) Salt: 0,44 % NaCl
 0,05 % MnSO₄
 0,01 % ZnO

Alle forsøgsblandinger indeholdt 2 i.e. vitamin D₃/g foder.

Fodermidlerne blev udvejet manuelt og blandet i en 50 kg portionsblender, og til hvert forsøgshold blev fremstillet 50 kg foder.

Prøver af alle blandinger blev sendt til kemisk analyse for calcium og fosforindhold; desuden blev blandingerne med hver fosforkilde på højeste og laveste fosfor-niveau analyseret for energi-, protein- og natriumindhold, og resultaterne af disse analyser fremgår af tabel 5.

Tabel 5 Kemisk analyse af forsøgsfoder; Trollesminde 2-77
 Table 5 Chemical analysis of experimental diet; Trollesminde 2-77

Fosfor-niveau*)	Fosforkilde	S	H	I	Tilsligtet indhold
1	kcal OE/kg foder	2942	3015	3013	
	g ford.prot./3000 kcal	168	175	186	
	Na %	0,29	0,29	0,45	
1	Ca %	1,11	1,27	1,10	1,05
	P, total %	0,52	0,55	0,53	0,50
2	Ca %	1,07	0,91	0,88	1,05
	P, total %	0,58	0,56	0,57	0,55
3	Ca %	0,88	0,95	1,04	1,05
	P, total %	0,59	0,61	0,66	0,60
4	Ca %	0,97	0,90	0,91	1,05
	P, total %	0,68	0,64	0,64	0,65
5	Ca %	0,99	1,29	0,93	1,05
	P, total %	0,70	0,82	0,67	0,70
5	kcal OE/kg foder	3024	2986	3024	
	g ford.prot./3000 kcal	183	178	180	
	Na %	0,27	0,25	0,42	

*) Slagtekyllingers behov: 0,70 total fosfor, NRC 1971.

Blandingerne med glødefosfat viste sig, som ventet, at indeholde mere natrium end de to andre blandinger, idet glødefosfat er råfosfat, oplukket ved glødning med natriumcarbonat.

Desuden fremgår af tabel 5, at den tilsigtede stigning i blandingerens fosforindhold blev opnået, d. v. s. at overensstemmelsen mellem tilsigtet fosforindhold og det ved kemisk analyse fundne er helt god - undtagen måske for blanding "H" med det højeste fosforindhold.

Forsøgsresultater

Results of experiment

Gennemsnitsvægt, udtrykt i forholdstal for kyllinger, der fik foder med de tre fosforskilder på hvert af 5 niveauer, fremgår af tabel 6.

Tabel 6 Forholdstal for gennemsnitsvægt ved 12, 27 og 39 dage-Trollesminde 2-77

Table 6 Relative values of chicken average weights, 12, 27, and 39 days old

Alder	Fosforkilde	S	H	I	Gns.
	Fosfor tilsat, %				
12 dage	0,08	90	87	86	88
	0,13	93	91	88	91
	0,18	87	97	92	92
	0,23	107	99	96	101
	0,28	225 g = 100	104	101	102
	Gns.	95	96	93	
27 dage	0,08	79	74	74	76
	0,13	81	81	79	80
	0,18	93	94	89	92
	0,23	99	95	95	96
	0,28	759 g = 100	101	97	99
	Gns.	90	89	87	
39 dage	0,08	84	78	77	86
	0,13	88	87	84	86
	0,18	97	100	94	97
	0,23	104	99	93	99
	0,28	1248 g = 100	90	97	96
	Gns.	95	91	89	

Tabel 6 viser, at gennemsnitsvægten for de fleste hold er stigende med foderets fosforindhold, og at forskellen mellem fosforkilder er størst ved 39 dages vejrning, men at der er god overensstemmelse mellem fosforkildernes pH-statistiske reaktivitet og kyllingernes vægt. Kyllinger, der fik foder med fosforkilde "S", klarede sig noget bedre end "H" og "I" - især ved foder med lavt fosforindhold.

Vejerresultaterne for enkeltdyr ved 27 og 39 dages alderen blev underkastet en variansanalyse, og man fandt en statistisk sikker forskel mellem "S" (brushit) og "I" (glødefosfat) til fordel for "S", men ikke mellem "S" og "H" (brushit/mo-netit).

Desuden blev der fundet statistisk sikker forskel mellem vægt på de 3 og 2 laveste niveauer i forhold til det højeste niveau ved henholdsvis 27 og 39 dages alderen. Der blev ikke fundet statistisk sikker vekselvirkning mellem niveau og kilde. Nogle P-værdier er vist i tabel 7.

Tabel 7 Uddrag af variansanalyse på grundlag af enkeltdyrvejninger
ved 27 og 39 dages alder - Trollesminde 2-77

Table 7 Analyses of variance from data obtained by weighing of individuals
at the age of 27 and 39 days - Trollesminde 2-77

<u>Vægt/27 dage</u>		P	<u>Vægt/39 dage</u>		P
Fosfor-niveau	1	0,0001***	Fosfor-niveau	1	0,0001***
	2	0,0001***		2	0,0001***
	3	0,0001***		3	0,3747
	4	0,1490		4	0,0973
	5	-		5	-
Kilde	S	0,0038**	Kilde	S	0,0001***
	H	0,1159		H	0,2131
	I	-		I	-

Gennemsnitsresultaterne for de tre fosforkilder på hvert af de 5 niveauer er vist i tabel 8.

Det fremgår af tabel 8, at dødeligheden var lidt større og foderforbruget lidt mindre hos hold S end hos H og I, men ved vurdering af dødeligheden må det erindres, at 1 kylling svarer til 1 %, da der for hver fosforkilde indgik 100 kyllinger i forsøget.

De tre fosforkilder indgik alle med samme mængde i hver af de tre forsøgsfoderblandinger, og de anvendte fosforkilder stammer alle fra de partier, der blev brugt i forsøg, Trollesminde 2-77. Forsøgsfoderet var en almindelig handelsfoderblanding med 51 % majs, 28 % sojaskrå, 1 % animalsk fedt, 10 % hvede samt vitaminer, mineraler og coccidiostat; desuden indeholdt den 5 % askefattigt kød-benmel og 3 % fiskemel i modsætning til foderet i Trollesminde 2-77, som var rent vegetabilsk. Handelsfoderet indeholdt på det tidspunkt 0,5 % dicalciumfosfat. De tre forsøgsfoderblandinger skulle have indeholdt 0,3 % af henholdsvis: S-, H- og I-fosfat, men på grund af en misforståelse blev der tilsat 0,8 % fosfat. Alle blandinger blev tilsat 2 i. e. vitamin D₃ pr. g foder.

Hus og pasning

Management

Forsøgshuset er opdelt i 15 rum - hvert på 30 m², og i alt blev indsat 10500 daggamle HPR kyllinger i forsøget. Som strøelse blev anvendt snittet rughalm i et lag på 10 cm (4 kg pr. m²).

Klimaet i huset blev styret af en fuldautomatisk temperatur- og ventilationsregulator, og opvarmningen skete med centralvarme. Rumtemperaturen var ved indsættelsen 33°C, målt 1,5 m over gulvet, og den blev bibeholdt i 3 døgn, men herefter gradvis nedsat til ca. 22°C.

Kyllingerne havde lys døgnnet rundt og fri adgang til vand og foder.

Kemisk analyse af foder

Chemical analyses of experimental diets

Resultaterne af kemisk analyse af forsøgsfoderet i Radstrup 13 fremgår af tabel 9.

Tabel 9 Indhold af energi, protein, calcium og fosfor i forsøgsfoderet i Radstrup 13

Table 9		Content of energy, protein, calcium, and phosphor of the experimental diets, Radstrup 13			
Blanding	kcal OE pr. kg foder	g p-s ford. prot. pr. 3000 kcal OE	Ca, %	P, %	
Diets.	kcal ME per kg feed	g pepsin/HCl dig. protein/3000 kcal ME	Ca, %	P, %	
S	3125	200	0,93	0,83	
H	3130	191	0,92	0,85	
I	3124	197	1,12	0,94	

Der er kun en lille forskel på blandingerne indhold med hensyn til protein og energi; derimod indeholdt blanding "I" mere Ca og P end de to andre blandinger, hvilket ikke umiddelbart kan forklares.

Forsøgsresultater

Results of experiment

I forsøgsperioden blev der registreret dødelighed og mængden af tildelt foder for ved forsøgets afslutning at kunne beregne foderforbruget pr. kg slagtet kylling, og forsøgets resultater fremgår af tabel 10.

Tabel 10 Forsøgskyllingernes slagtevægt, dødelighed og foderforbrug, Radstrup 13

Table 10 Weight of the chickens slaughtered, mortality, and feed utilization

Blanding	Vægt slagtet 42 dage	Døde, %	Foderforbrug, kg/ kg slagtet kylling
Feed mixture	Weight slaugh. 42 days	Mortality %	Feed utilization, kg/ kg slaugh, chicken
S	1256	3,0	2,31
H	1265	2,5	2,25
I	1257	2,6	2,29

Der er kun en lille forskel på de tre forsøgshold, men foderforbruget var dog noget lavere i hold "H" end i de øvrige hold.

Konklusion, forsøg Radstrup 13

Conclusion, experiment Radstrup 13

I dette forsøg blev ikke opnået forsøgsudslag ved anvendelse af forskellige fosforkilder, hvilket sikkert kan tilskrives, at der på grund af en misforståelse er tale om overforsyning med fosfor, samt at foderet indeholdt kød-benmel samt fiskemel, som er rige på lettilgængeligt fosfor.

Forsøg Radstrup 15

Experiment Radstrup 15

Forsøgsanlæg og pasning var som i forsøg Radstrup 13. Foderets sammensætning var meget lig den, der blev brugt i forsøg Trollesminde 2-77, dog blev der her tilsat 1 % fiskemel. Forsøget omfattede 6 forskellige forsøgsbehandlinger, 3 fosfor-

kilder hver på 2 tildelingsniveauer. I forsøget indgik 12 af forsøgsanlæggets 15 rum, hvorved der blev opnået 2 gentagelser pr. behandling.

Forsøget fandt sted i tidsrummet 28. november 1977 - 11. januar 1978; foderblandingerens sammensætning fremgår af tabel 11.

Tabel 11 Forsøgsfoderets sammensætning - Radstrup 15
Table 11 Composition of the experimental diet - Radstrup 15

		Lavt fosforindhold (S, H og I)	Højt fosforindhold (S, H og I)
		Low content of phosphor	High content of phosphor
Majs	%	49,3	49,1
Sojaskrå	%	35,0	35,0
Hvede	%	10,0	10,0
Animalsk fedt	%	1,0	1,0
Fiskemel	%	1,0	1,0
Fosforkilde S, H eller I	%	0,8	1,4
Kridt	%	1,9	1,5
Mineralblanding	%	0,3	0,3
Methioninblanding	%	0,2	0,2
Nitro-monensin	%	0,5	0,5

Indhold af D₃-vitamin = 2 i.e. pr. g færdigt foder.

Det høje fosforniveau blev tilstræbt i overensstemmelse med norm og det lave lidt under.

Kemisk analyse af foder

Chemical analyses of experimental diets

Foderblandingerne blev underkastet en kemisk analyse til bestemmelse af indhold af protein, energi, calcium og fosfor; resultaterne fremgår af tabel 12.

Tabel 12 Forsøgsfoderets indhold af calcium, fosfor, protein og omsættelig energi

Table 12 The content of calcium, phosphor, protein, and metabolizable energy

Forsøgshold:	S (h)	S (l)	H (h)	H (l)	I (h)	I (l)
g p-s ford. prot./3000 kcal OE	18,9	18,0	18,1	17,8	18,0	18,2
kcal OE/kg foder	3030	3190	3107	3185	3211	3157
Calcium %	1,03	1,14	1,26	1,14	1,06	1,16
Fosfor (total) %	0,69	0,64	0,77	0,64	0,74	0,64

Der er kun en lille forskel på foderets protein- og energiindhold. Med hensyn til fosforindholdet var det i alle tilfælde lavere i l-blandingerne end i h-blandingerne. Fosforindholdet i S (h)-blandingen ligger ca. 10 % lavere end H (h) og I (h), hvilket der ikke kan gives nogen forklaring på.

Forsøgsresultater

Results of experiment

Allerede en uge efter indsættelse af kyllingerne blev der konstateret en forskel på strøelseskvalitet mellem de enkelte rum. Ved 19-dages stikprøvevejning, der omfattede 10 % af dyrene, blev givet karakter for strøelseskvalitet i følge en subjektiv skala.

Karakter for strøelse og gennemsnitsvægt ved 3 ugers alderen fremgår af tabel 13.

Tabel 13 Strøelseskarakter, skala 1-5 (5 = bedste strøelseskvalitet)
og levende vægt ved 19 dages alder - Radstrup 15

Table 13 Litter score, scale 1-5(5=best quality)and live weight at the age of 19 d.

Behandling	Rum	Karakter f. strøelse	Vægt, g 19 dage	Rel.
Treatment	Room	Litter score	Weight, g	Rel.
S (h)	6	3,5	456	100
	14	4,0	463	
S (l)	7	4,0	429	92
	13	2,5	467	
H (h)	4	4,0	429	95
	12	4,0	443	
H (l)	5	2,0	383	81
	11	1,0	364	
I (h)	2	4,0	467	100
	10	4,0	457	
I (l)	3	2,0	383	83
	9	1,0	383	

Ved denne vejning konstateredes en nøje sammenhæng mellem karakter for strøelse og kyllingernes vægt.

Ligeledes fremgår af tabel 13, at H (l) og I (l) var ringest; og iagttagelserne understøttes yderligere af, at der er god overensstemmelse mellem gentagelserne.

Tabel 14 Dødelighed, slagtevægt og foderforbrug ved 44 dages alder – Radstrup 15

Table 14 Mortality, slaughter weight, and feed consumption at the age of 44 days

Behandling	Rum	Døde, %, dage		Gns. sl. vægt		Foder, kg/kg
		0-7	7-44	g	rel.	slagtetkylling
Treatment	Room	Mortality, %, days		Average sl. weight		kg feed per kg
		0-7	7-44	g	rel.	slaugh. chicks
S (h)	6	1,0	1,6	1195	100	2,54
	14	0,9	2,0	1250		2,41
S (l)	7	1,3	1,6	1193	97	2,45
	13	0,7	2,6	1174		2,43
H (h)	4	0,1	1,3	1158	97	2,58
	12	0,7	2,7	1207		2,39
H (l)	5	1,0	1,1	1030	85	2,53
	11	0,3	2,6	1041		2,45
I (h)	2	0,6	2,8	1226	100	2,46
	10	0,8	2,4	1215		2,41
I (l)	3	0,6	1,7	1083	88	2,44
	9	0,0	1,7	1077		2,43

Tabel 14, hvor vejetalene er baseret på samtlige kyllinger, viser stort set samme forskel som ved 19-dages stikprøvevejningen; foderforbruget er højere i alle hold end normalt.

Ud fra kemisk analyse af foder, obduktion af døde kyllinger og undersøgelse af kyllingerne på slagteriet kan der ikke gives en forklaring på den dårlige strøelseskvalitet og det store forsøgsudslag. Kassationsprocenten på slagteriet var som normalt meget lille, og der forekom kun meget få tilfælde af knoglebrud, men disse var uden sammenhæng med forsøgsbehandlingen.

Konklusion, forsøg Radstrup 15

Conclusion, experiment Radstrup 15

I dette forsøg med de 3 fosforkilder – hver på 2 tildelingsniveauer – og en vegetabilsk foderblanding, tilsat 1 % fiskemel, blev der konstateret en fugtig strøelse, nedsat vækst og større foderforbrug end normalt, hvilket viser, at kyllingerne formentlig har været udsat for ikke-registrede stressfaktorer. Kyllinger, der fik foder med fosforkilde med høj reaktivitet (brushit), klarede sig bedst. Forskellen på fosforkilder kom særlig tydeligt frem på de lave tildelingsniveauer, hvor fosforindholdet var under normen.

DISKUSSION

Flertallet af de hidtil anvendte metoder til bestemmelse af fosforkilders "biologiske værdi" bygger på målinger af calcium- og fosforindhold i kyllingernes knogleaske.

Senere blev kyllingernes tilvækst draget ind i vurderingen (Mehring and Titus, 1964) (Fritz et al., 1969). Sullivan (1966) tog desuden hensyn til foderforbruget. Fritz et al. (1969) fandt en lineær stigning i kyllingernes tilvækst op til et fosfortilskud i foderet på 0,4 %. Tildelingsniveauer derover gav en lidt bedre tilvækst, der toppede ved 0,55 % tilsat fosfor, og som derefter aftog. Knogleaskeindholdet, der blev foretaget, da kyllingerne var 3 uger gamle, steg derimod næsten lineært til et tildelingsniveau på 0,65 % fosfor. Den vegetabiliske grundfoderblanding indeholdt 0,25-0,27 % fosfor, og fosforkilden var i dette tilfælde mononatriumfosfat.

Det fremgår ikke af disse forsøg, i hvor høj grad der var sammenhæng mellem knogleaskeindhold og løbenes brudstyrke ved slagtetjenlig alder. Forsøgene, udført af Fritz et al. (1969), har sammen med andre dannet grundlag for fastsættelsen af norm for kyllingers fosfortildeling (NRC, 1971).

Fælles for disse behovstudier og bestemmelser af fosforkilders "biologiske værdi" til kyllinger er, at der kun indgår få kyllinger, som alle går under beskyttede forhold. Her er det praktisk muligt at registrere vægt og foderforbrug med korte mellemrum og stor nøjagtighed.

Forsøgene, Radstrup 13 og 15, med hver 10.500 kyllinger fandt sted i et miljø, der meget ligner det, der findes under praktiske produktionsforhold. Det er ofte erfaret, at afvigelser fra det optimale i kyllingernes foder og pasning, som ikke giver sig udslag under forsøgsforhold, kan få mærkbare følger under produktionsforhold.

På denne baggrund blev laboratorieforsøget, Trollesminde 2-77, med 300 kyllinger fulgt op af produktionsforsøget, Radstrup 15, med 10.500 kyllinger. Halvdelen af disse kyllinger fik foder med fosforindhold, der var lidt under normen, men alligevel blev forsøgsudslaget her langt større end i Trollesminde 2-77, hvor nogle af kyllingerne fik foder, hvis fosforindhold lå langt under normen.

Registreringen af forsøgsudslag har indskrænket sig til dem, som slagtekyllinge-producenter og foderindustri først og fremmest interesserer sig for, d. v. s. tilvækst, foderforbrug og dødelighed. Desuden har opmærksomheden været rettet mod kassationsårsager – herunder navnlig knoglebrud ved slagtning af forsøgskyllingerne. Der er ikke konstateret nogen forskel i denne henseende, som kan henføres til forsøgsbehandlingen.

Sammenfald af forskellige stressfaktorer kan give forklaring på, at man ikke hver gang opnår samme forsøgsudslag ved brug af fosforkilder med forskellig reaktivitet samt ved afprøvning med kyllinger i forskellige flokstørrelser.

Seleye (1950) definerer stress som en tilstand, der følger af en påvirkning, hvilket resulterer i en tilpasningsreaktion. Hvis en eller anden stressfaktor er latent og ikke for stor, kan dyrene tilpasse sig den og vise ganske normale livsytninger, men stress kan akkumuleres således, at der kun skal små yderligere belastninger til, før grænsen for dyrets tilpasningsevne er overskredet. Disse udløsende belastninger kan f. eks. være infektion af bakterier eller coccidier i fordøjelseskanaalen (Scott, 1976).

I forsøg Radstrup 15 har en lav koncentration af fosfationer i tarmen formentlig virket som en stressfaktor i holdene H (I) og I (I). En eller flere stressfaktorer, som alle kyllingerne i huset har været udsat for i samme grad, gav langt større udslag i disse hold end i de øvrige. Kyllingerne i forsøget, Trollesminde 2-77, har ikke været udsat for samme belastning på grund af bl. a. en mindre belægning og flokstørrelse.

Laboratorieforsøget, Trollesminde 2-77, bekræftede resultaterne af tidligere laboratorieforsøg (Rucker (1966) og Scott (1976)), der viste, at kyllinger udnytter fosfor i brushit (dicalciumfosfat med krystalvand) bedre end fosfor i monetit (vandfrit dicalciumfosfat). Desuden fremgik det af dette forsøg, at kyllingernes udnyttelse af fosfor i glødefosfat (I) var ringere end udnyttelsen af fosfor i monetit (H), og dette var ikke ventet på grund af de næsten sammenfaldende reaktivitetsprofiler (se figur 2).

Produktionsforsøget, Radstrup 15, bekræfter resultaterne af Trollesminde 2-77. Her var der imidlertid en bedre overensstemmelse mellem fosforkildernes reaktivitetsprofiler og kyllingernes tilvækst i holdene med moderat underforsyning med fosfor, d. v. s. holdene H (I) og I (I).

KONKLUSION

Sammenfattende må der siges at være godoverensstemmelse mellem fosforkildernes pH-statiske reaktivitet ved pH 2,7 og 37°C, og kyllingernes udnyttelse af dem. Da denne analyse er hurtig og billig at udføre, må den anses for at være et værdifuldt supplement til oplysning om fosforkilders indhold af totalfosfor.

Anerkendelse

Acknowledgement

Professor A. Tovborg Jensen har introduceret mig til reaktivitetsbestemmelse af mineralfodermidler ved hjælp af pH-stat. Under hans opsyn er reaktivitetsbestemmelser og røntgen-krystallografiske faseanalyser udført på Kemisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Han har desuden givet konstruktive forslag vedrørende forsøgsplanlægning og færdiggørelse af manuskript.

Forsøgsleder Vagn E. Petersen har medvirket ved planlægning og gennemførelse af forsøget "Trollesminde 2-77". Lic. agro. Jørgen Daugaard har foretaget en grundig gennemgang af manuskriptet med særlig interesse for de fysiologiske og fodringsmæssige forhold.

Alle bringes herfor min bedste tak.

Hans Ranvig

LITTERATUR

- Bell, D.J., and Freeman, B.M. (1971). Physiologi and biochemistry of the domestic fowl.
Vol. 1, p.44.
- Day, E.J., McNaughton, J., and Dilworth, B.C. (1973). Chemical versus chick bioassay for phosphorus availability of feed grade sources.
Poult.Sci., 52:393-395.
- Fritz, J.C., Roberts, T., Bochner, J.W., and Hove, E.L. (1969). Factors affecting the chicks requirements for phosphorus.
Poult.Sci., 48:307-320.
- Gillies, M.B., Norris, L.C., and Henser, G.F. (1953). Phosphorus metabolism and requirements of hens,
Poult.Sci., 32:977-984.
- Herpol, C. and van Grembergen, G. (1967). Annls.Biol.anim,Biochem,Biophys.
7:33-38.
- Jensen, A.Tovborg (1978). Om reaktiviteten af nogle stoffer, der kan indgå i mineralstofblandinger til husdyr.
Ugeskrift for Agronomer, Hortonomer, Forstkandidater og Licentiater, 123:111-114.
- Jensen, A.Tovborg, Jensen, E., Ravn, Vibeke og Urmack, Augusta (1977). Reactivity of inorganic feed additives. I. Dissolution in vitro at pH 2.7 and 37°C of some oxides, carbonates and phosphates.
Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde, 38 185-193.
- Kaupp, B.F. and Ivey, J.E. (1923). Time required for food to pass through the intestinal tract of fowls.
J. Agric. Res., 23:721.
- Mehring, A.L., Jr., and Titus, H.W. (1964). Levels of calcium and phosphorus in the diet of young growing chickens.
Poult.Sci., 43:1474-1484.
- Nelson, T.S., Ferrara, L.W., and Stover, N.L. (1968 a). Phytatephosphorus content of feed ingredients obtained from plants.
Poult.Sci., 47:1372-1374.
- Nelson, T.A., Shieh, T.R., Wodzinski, R.J., and Ware, J.H. (1968 b). The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase.
Poult.Sci., 47:1842-1848.

- Nelson, T.S., Shieh, T.R., Wodzinski, R.J., and Ware, J.H. (1971). Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by the chick. *J.Nutr.* 101:1289-1294.
- NRC. (1971). Nutrient Requirements of Poultry, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Petersen, V.E. (1975). Slagtekyllingernes fosforbehov I og II. Meddelelser nr. 54 og 55 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Ranvig, H. (1976). Værdien af glødefosfat og dicalciumfosfat af forskellig oprindelse som fosforkilder i fuldfoder til slagtekyllinger. Meddelelse nr. 111 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Rucker, R.B., Parker, H.E., and Rogler, J.C. (1968). Utilization of calcium and phosphorus from hydrous and anhydrous dicalciumphosphates. *J.Nutr.* 96:513.
- Salman, A.J. and Mc.Ginnis, J. (1968). Availability of phosphorus from plant origin for layers. *Poult.Sci.*, 47:1712-1713.
- Scott, M.L., Hull, S.J., and Mullenhoff, P.A. (1970). The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poult.Sci.*, 50:1055-1063.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C., and Young, R.J. (1976). Nutrition of the chicken M.L.Scott associates, Ithaca, New York, p.299.
- Seleye, H. (1950). The physiology and pathology of exposure to stress. *Acta, Incl.*, Montreal, 1025 pp.
- Singsen, E.P., Matterson, L.D., Tlustohowics, H.H., and Pudlekiewics, W.J., (1969). Phosphorus in the nutrition of the adult hen. 2. The relative availability of phosphorus from several sources for caged layers. *Poult.Sci.*, 48:387-393.
- Sullivan, T.W. (1966). A triple response method for determining biological value of phosphorus sources for young turkeys. *Poult.Sci.*, 45:1236-1245.