

NUTRITION

Av David Ford

Medical Research Council, Laboratory

Animal Centre, Woodmansterne Road, Carshalton, Surrey SM5 4EF

Oversättning av Eva Swanberg från föreläsning presenterad vid Nordiska Sommarskolans forskarkurs i Laboratory Animal Science in Biomedical Research, Uppsala 1975-08-21.

Nedanstående föredrag är inte ämnat som baskunskap i näringslära utan upptar i stället olika aspekter på ämnet vilka kan vara viktiga och kanske till hjälp både vid handhavandet av försöksdjur och vid undervisning av försöksdjurspersonal.

Förståelsen för det näringsbehov försöksdjuren har, samt betydelsen av detta har nyligen väckts. Utvecklingen är ett direkt svar på de ökade specialiserade krav som ställs på försöksdjur. Men även nu är kännedom om denna speciella gren inom nutrition knapphändig jämfört med de socialt och ekonomiskt mera viktiga grenarna som är ägnade åt människor och tamboskap. Det är bara under de senaste trettio åren som man förstått vikten av en adekvat kost vid uppfödning av försöksdjur och betydligt kortare tid sen det blev uppenbart att resultaten från försöksdjuren kan påverkas av den föda de får.

Efter kriget födde man fortfarande upp de flesta försöksdjur på överblivna matrester, blandad säd och grönsaker och få personer ägnade någon uppmärksamhet åt i vilka proportioner detta gavs. Vetenskapligt sammansatta foder var fortfarande en framtidsvision även om man på sina håll försökte få fram en lämplig blandning av de olika

födoämnen som skulle tillföra försöksdjuret dess totala näringsbehov. Undan för undan utvecklades och förbättrades de sammansatta fodren i takt med att kunskaper om både behov och nyupptäckta näringsämnen steg. Nu är dylika foder naturligtvis fritt tillgängliga i handeln. Meningen med en speciell försöksdjurskost är att ge djuret alla näringsämnen det behöver. Detta behov är i sin tur beroende på en mängd olika faktorer vilka behandlas nedan.

1. D j u r s l a g

Försöksdjuren kommer lika ofta från någon av huvudgrupperna carnivorer (hund, katt) och herbivorer (marsvin, kaniner) som från idisslare och allätare. Naturligtvis skiljer sig näringsbehoven väsentligt mellan sådana grupper men också mellan individuella arter inom grupperna. Tabellerna 1—3 visar inte de olika arternas behov (de är svåra att jämföra och kan dessutom bli funna i referenser) utan visar sammansättningen av och skillnaderna i en rad foder för olika djurslag.

Tabell I visar råprotein, aminosyror, råfett och fiberkvoter. Marsvins- och kaninfodren innehåller som synes både lägre protein-, lysin- och methioninvärden än de övriga fod-

Tabell 1.

		Rått/mus foder	Marsvins- foder	Kanin- foder	Primatfoder		Katt- foder	Hund- foder
					Nya Världen	Gamla Världen		
Råprotein	%	21,5	18,7	18,4	25,8	16,2	34,4	23,5
Lysin	%	1,3	1,1	1,0	1,4	0,9	1,9	1,3
Methionin	%	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3	0,9	0,4
Råfett	%	5,0	3,6	3,7	5,2	7,2	8,2	7,0
Råfiber	%	3,0	9,8	12,6	3,2	2,4	2,2	3,0

Tabell 2.

		Rått/mus foder	Marsvins- foder	Kanin- foder	Primatfoder		Katt- foder	Hund- foder
					Nya Världen	Gamla Världen		
Vit. A	IE/kg	10 000	4 000	6 000	30 000	20 000	50 000	12 000
Karotin	mg/kg	6	72	120	—	—	—	—
Vit. D	IE/kg	3 000	2 600	2 200	11 500	2 000	1 300	2 500
Vit. E	mg/kg	88	78	99	61	100	66	55
Thiamin	»	18	9	15	13	30	30	16
Riboflavin	»	10	17	19	10	20	16	7
Pyridoxin	»	20	14	10	15	15	18	8
Nikotinsyra	»	60	76	78	107	100	163	73
Pantothensyra	»	30	34	40	71	50	30	20
Vit. B ₁₂	»	35	14	28	36	40	143	42
Askorbinsyra	»	—	1 000	—	2 000	1 500	—	—

Tabell 3.

		Rått/mus foder	Marsvins- foder	Kanin- foder	Primatfoder		Katt- foder	Hund- foder
					Nya Världen	Gamla Världen		
Ca	%	1,0	1,3	1,1	1,5	1,1	1,4	2,0
P	%	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	1,2	1,5
Na	%	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6
Mg	%	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
K	%	1,0	1,4	1,9	1,0	0,8	1,1	0,9

ren, även om (vilket inte är medtaget i tabellen) argininhalten är hög, beroende på att dessa två djurarter anses ha höga argininkrav. Fiberhalten i dessa båda foder är dessutom högre än i de övriga; förmodligen beror det på dessa arters växtätande utveckling att de tycks kräva mera fiber än andra arter. Marsvin och kaniner utfodras därför ofta med tillägg av hö. Man bör också observera de i tabellen funna primatfodren. Gamla världens apor från Asien tycks ha annat näringsbehov än de sydamerikanska aporna sådana som marmosetter, tamariner och ekorrar. Proteinvärdena är mycket lägre för gamla världens apor och nya världens apor kräver hög halt lysin och methionin.

De äkta carnivorerna, hund och katt, har höga proteinbehov och katter kräver dessutom en hög fetthalt i fodret.

Tabell 2 visar inte minimivärden av vitaminbehov utan värden i en typ foder. Notera speciellt de låga vitamin A-värdena i marsvins- och karninfodren, vilka dock på grund av stor mängd gräs innehåller ansevärliga mängder karotin. Katter har mycket höga vitaminkrav, ibland mer än 4 gånger andra arters, vilket också visar sig i den höga halten av vitamin A. Det är också uppenbart att nya världens apor kräver stora mängder vit. D., ett vitamin som dock ska tillföras i form av vit. D₃. Många andra försöksdjur kräver inte vit. D under förutsättning att kvoten Ca/P är balanserad. De flesta försöksdjur syntetiserar också själva sitt C-vitamin, varför det bara är marsvin och primater som behöver tillägg av askorbinsyra.

Även om kunskapen om försöksdjurens näringsmässiga behov är tämligen begränsad uppträder mineralbehoven anmärkningsvärt likt det som visas i tabell 3. I denna korta sammanställning är inte idisslarna medtagna, men beroende på deras annorlunda sammansatta matspjälkningsapparat skiljer sig deras behov från övriga djurslags. Vuxna idisslare kan utnyttja cellulosa som energi och också tillgodogöra sig det mikroskopiska protein som produceras i rumen. De kan därför leva på fiberrik kost med låg proteinkvalitet. Idisslarna syntetiserar dessutom vit. B i tarmen, varför tillskott av detta vitamin är onödigt.

2. H ä r s t a m n i n g

Den i tabellerna 1—3 visade variationen i näringsbehov mellan olika arter av djur beror på att vissa stammar växer bättre än andra på ett visst foder och vice versa.

3. K ö n

Könsskillnader i näringsbehov finns också. Det har t. ex. visat sig att honråttor kräver högre halt av vit. K i fodret än hanråttor.

4. D j u r e t s f y s i o l o g i s k a s t a t u s

Behovet av alla näringsämnen är hos djur i olika reproduktions- och tillväxtstadier större än hos färdigvuxna djur, vilka i princip bara behöver mat för att överleva.

5. M i k r o b i e l l t s t a t u s

Tarmfloran spelar en stor roll i djurens näringskedja. Av störst betydelse är den hos idisslare men kan även vara signifikant hos enkelma-

gade djur. Dessa djur kan utvinna vissa mängder vit. B och vit. K från tarmens mikroorganismer och om tarmfloran tas bort eller störs som hos SPF och gnotobiotiska djur kan näringsbehoven komma att öka. Vit. K är ett gott exempel — tillskott behövs synbarligen inte under normala mikroflorabetingelser men under gnotobiotiska och SPF betingelser kan bristsymptom i form av hämothorax och dålig blodclotting uppträda.

Från det ovan uppräknade ser man att om man skulle tillhandahålla varje djurs speciella näringsbehov under alla omständigheter skulle man behöva ett nästan oändligt antal olika foder. Detta skulle helt klart bli mycket oekonomiskt ur tillverkningsynpunkt eftersom kostnaderna minskar med ökat tonnage. Särskilda kompromisser har därför gjorts. Naturligtvis tillverkas skilda foder för arter vars behov skiljer sig mycket åt, t. ex. katt och råtta, men i de fall där behovet av skillnad inte tycks vara påtagligt, t. ex. mus, råtta och andra gnagare, används samma foder. Könns- och stammskillnader inom någon art har hitintills inte visat sig vara stora nog att förtjäna produktion av specialfoder. Slutligen kvarstår faktum att man för några år sedan inte ens hade ringaste tanke på speciella avels- och underhållsfoder. Man trodde att djuret genom att själv reglera foderintaget fick i sig den mängd näring det behövde med hänsyn till sin fysiologiska status. I viss mån är detta sant, diande honor ökar sitt foderintag en eller två gånger för att uppnå tillfredsställande närings-tillförsel vid mjölksekretion, men motsatsen att ett djur minskar sitt

foderintag om det får avelsfoder en längre tid forekommer inte. Behovet av protein för en råtta på underhåll är ca 4 % medan en avelsråtta kräver omkring 16 % extra. Djur i underhåll som får ett avelsfoder med högre proteininnehåll måste deaminera och utsöndra större mängder proteinkväve. Detta sätter betydande spår på deras lever och njurar och kan orsaka hög mortalitet beroende på skador på dessa organ.

Det verkar därför finnas god anledning att producera separata avels- och underhållsfoder speciellt för de mera använda djurarterna där efterfrågan och den därpå följande produktionen är störst. Det skulle också vara ekonomiskt fördelaktigt, eftersom underhållsfoder är billiga. Faktum är att flera kommersiella företag har börjat intressera sig för tillverkning av två rått/mus-foder av dessa typer.

De sammansatta, pelletterade foder som nu finns kommersiellt tillgängliga för de flesta försöksdjur har flera fördelar framför äldre metoder att utfodra djur, t. ex. med vått eller torrt moss eller pulver.

1. De ger en balanserad kost i vilken alla de nödvändiga näringsämnena är närvarande i korrekta standardproportioner. Det betyder i de flesta fall att extra tillsats med något födoämne är onödigt och faktisk ofta till skada om det görs, då det sannolikt återger kosten imbalance och eventuellt också orsakar brist-sjukdomar genom att reducera intaget av det pelletterade fodret.
2. Pelletterat foder försäkrar att den balanserade kosten som så-

dan äts av djuret vilket alltså inte har någon möjlighet att välja ut speciellt välsmakande delar från maten och på så sätt komma fram till en obalanserad kost. Pellettering försäkrar också att inga matpartiklar fastnar i foderskålen.

3. De är lämpliga att fodra med och orsakar mindre spill än pulvriserad eller mosad kost.
4. De är hygieniska p. g. a. sin torrhet och orsakar därför inte lika lätt som andra sorters foder lämpligt tillväxtmedium för mikroorganismer.

Metoderna och begreppen om hur man sätter samman försöksdjursfoder skiljer sig basalt från de om hur tamboskap utfodras, med vilka många kanske redan är bekanta. Fodret till tamboskap sätts ihop så att man erhåller det bästa utbytet av utgiften eftersom foder är en väldigt tung post i jordbrukets kostnader. Foderkostnaderna i laboratoriet är å andra sidan väldigt små poster av den totala experimentkostnaden och djuret är en väldigt viktig del i experimenten. Målet med försöksdjur är därför vanligtvis att nå högsta kvalitet och det innesluter användandet av bästa kosten, även om antalet produkter per enhet matkostnad inte är den mest åtkomliga orsaken. Foder till boskap sammanställs därför på en minsta-kostnadsbasis där innehållet varierar beroende på råvarupriset även om det ändå alltid upprätthåller visst status t. ex. av proteininnehåll, fett, aminosyror och Ca/P. Försöksdjursfoder är däremot vanligtvis sammansatt efter ett bestämt recept. Tabell 4

Tabell 4.

Råmaterial:

Korn (mald)	56,2 g/kg
Vete (mald)	200,0 »
Majs (mald)	100,0 »
Havre (mald)	181,2 »
Hö	200,0 »
Soja (extrakt)	100,0 »
Skummjökspulver	75,0 »
Torkad jäst (ej extr.)	25,0 »
Fiskmjöl	50,0 »
Salt	2,5 »
Vitamintillskott	5,0 »
Mineraltillskott	5,0 »

Vitamintillskott per kg foder:

Vit. A	8 000 IE
Vit. D ₃	1 000 IE
Vit. E	25 mg
Vit. K	20 »
Thiamin (Vit. B ₁)	2 »
Riboflavin (Vit. B ₂)	8 »
Nikotinsyra	20 »
Pantothensyra	4 »
Folsyra	6 »
Cholinklorid	200 »
Vit. B ₁₂	12 »

Mineraltillskott per kg foder:

Benmjöl	1,652 g	33,05 %
Kalciumfosfat	2,230 g	44,60 %
Magnesiumoxid	0,167 g	3,35 %
Järnsulfat	0,147 g	2,95 %
Magnesiumsulfat	77 mg	0,54 %
Kopparsulfat	27 mg	1,53 %
Koboltsulfat	1,85 mg	0,037 %
Kalciumjodat	2,25 mg	0,045 %
Fint majsmjöl (bindmedel)	0,695 g	13,89 %

visar vanliga råmaterial som användes.

De olika råmaterialen tillhandahåller näringsämnen enl. det typiska marsvinsfodret som visas i tabell 5. Protein tillföres genom de flesta

Tabell 5.

Foder RGP (för laboratoriemarsvin):

Korn	37,85 %
Havre	12,5 %
Vetemjöl	15,0 %
Linfrö	10,0 %
Fiskmjöl	7,5 %
Hö	15,0 %
Salt	0,5 %
Ascorbinsyra	0,15 %
Vitaminer	0,5 %
Mineral	1,0 %

Beräknad analys:

Råolja	3,34 %
Råprotein	18,15 %
Råfiber	8,64 %
Kalcium	1,09 %
Fosfor	0,74 %
Salt (som NaCl)	0,78 %
Methionin & cystin	0,631 %
Lysin	0,874 %
Energi (metabol.)	2 200 Kcal/kg
Total upptagen näring	55,7 %

ämnen, men fiskmjöl, skummjölkspulver och sojaprotein tillsätts i sådana proportioner att de högre värdena av vissa aminosyror som är närvarande i dessa ämnen balanserar den relativa frånvaron i span-

målen. Energi tillföres i mängd genom spannmåls-kolhydrater. Adekvata värden av vitaminer och mineraler är säkrade genom tillsats av färdiga mixer.

Dessa exakt komponerade foder visar dock en tendens att variera i näringssammansättningen beroende på flera orsaker. Tabell 6 visar ett foder, 41 B, köpt från tre olika tillverkare där variationerna är betydligt stora i de resultat som erhöles från dem.

Variation i råmaterial

Tabell 7 visar sammansättningen av foder 41 B och vilka möjliga max och minvärden av råprotein som skulle kunna uppkomma om bästa eller sämsta råmaterialet användes. Kvalitetsvariationen hos råmaterialet är beroende av många faktorer; jordmånen där det växer, väderförhållande före och efter skörd, sätt och tid för lagring, extraktionsprocesser och behandling före fodertillverkning är några av dem. En bra foderfirma gör noggranna kontroller och gör sitt bästa för att upprätthålla en standardkvalitet hos råmaterialet. Emellertid kan kvalitets-

Tabell 6.

		Tillverkare 1	Tillverkare 2	Tillverkare 3
Djurens totala födelsevikt (g)	LAC gray	222,3	207,8	299,0
	CBA	197,7	65,3	181,5
Medelvärde, födelsevikt (g)	LAC gray	9,0	8,9	9,6
	CBA	7,1	5,3	7,3
Medelvärde av uppnådd vikt vid 21 dygn	LAC gray	14,8	12,5	16,0
		12,2	10,0	12,8

Tabell 7.

Möjliga proteinvärdegränser i Foder 41:

Innehåll	%	Minimum %	Maximum %
Sammalet mjöl	46	3,2	6,2
Sussex havre	40	3,6	6,8
Fiskmjöl	8	4,88 (medelvärde)	4,88
Jäst	1	0,36	0,41
Skummjölkspulver	3	0,9	1,1
Total protein		12,94	19,39

kontroll bara täcka en begränsad mängd av näringsämnen vilket kan leda till variationer i andra. Detta demonstreras i tabell 8 där kopparvärdena i olika tillverkningsserier av samma foder visar variation medan järnvärdena inte gör det.

Det har framhållits att ett variabelt hopsatt foder skulle kunna utgöra en mera standardiserad produkt en ett exakt sammansatt, då variationerna beroende på råmaterialen skulle bli borttagna. Faktum är att det finns flera punkter att rikta uppmärksamheten på. För det första kan ett variabelt foder bara sammansättas efter ett visst recept. En lista på receptets »ingredienser« är begränsad av antalet analyser som göres rutinmässigt på råmaterial. Normalt består denna av protein, fett, fiber, Ca/P och en eller två aminosyror.

Tabell 8.

Järn- & kopparvärden i prover från samma foder men olika tillverkningsserier.

	Cu (µg/kg)	Fe (µg/kg)
Prov I	9,04	259,0
Prov II	33,22	278,0

En mera standardiserad kost kan därför erhållas med hänsyn till dessa näringsämnen, men genom att variera råmaterialet kan andra näringsämnen ändras i större utsträckning än vad som sker vid en exakt hopsatt diet.

Detta sker även om variationerna hålls nere så mycket som möjligt genom en god köp- och kvalitetskontroll.

Skillnader i smak kan också förekomma, vilket i sin tur kan påverka foderintaget och de därpå följande reproduktions- eller experimentresultaten.

Nedan följer exempel på andra lätt kontrollerbara faktorer som kan påverka kvaliteten på försöksdjursfoder.

1. Förvaring

Foder som förvaras under varma, fuktiga förhållanden förlorar otvivelaktigt kvaliteten fortare än de foder som hålls under goda förhållanden. Även om liten information finns tillgänglig är vissa vitaminer, speciellt askorbinsyra som tillsats i marsvinsfoder, mera instabila under dylika förhållanden.

Tabell 9.
Minskning av vitamin C-halt i foder.

Vit. C i mg per kg marsvinsfoder			
Före pelettering			1 130
Omedelbart efter pelettering			1 040
1 vecka	»	»	990
2 veckor	»	»	900
3 »	»	»	800
4 »	»	»	620
5 »	»	»	540
6 »	»	»	500
7 »	»	»	460
10 »	»	»	410
20 »	»	»	270

Skadegörelse av vivel, lus, mott, flugor och vilda gnagare kan förorsaka försämring i näringsvärdet liksom om fodret nedsmutas och kanske beblandas med patogener. Fodret bör därför förvaras under svala, torra förhållanden (13—15°), helst i därför byggda utrymmen som säkert är fria från gnagare. Spill av foder bör naturligtvis genast sopas upp.

2. Aldring av foder

Vissa näringsämnen, exempelvis vitaminer, är relativt instabila och börjar förlora i värde efter en tid (tabell 9). Foder ska därför användas så snart som möjligt efter tillverkning och en effektiv cirkulering av foder i djurhuset ska arrangeras så att ingen säck foder blir lagd bakom en ny leverans. Jag nämner igen hur lite arbete som lagts ner på ämnet om kvantitativ förstöring av näringsämnen vid lagring under olika lång tid, men en godtycklig rekommendation är att foder ska användas inom tre månader efter tillverkning. Denna tidsperiod tillåter

såväl expeditionstid och upplagring av reservmat som tidsmarginal för ev. osåld mat. De större foderfirmorna sätter numera tillverkningsdatum på fodersäckarna som hjälp att hålla reda på att fodret används inom rekommenderad tid.

3. Transport av foder

Man bör tänka på att foder som förvarats i skadade eller våta säckar kan ha blivit utsatt för kontaminering av toxiska substanser, patogena organismer, ökad vitaminförstöring eller att foderbitarna själva blivit söndersmulade till pulver. I sådana fall ska säckarna återsändas till tillverkaren för utbyte.

På grund av ovanstående orsaker kan den kommersiella försöksdjurskosten inte bli av en helt standardiserad sammansättning. Vissa variationer mellan olika leveranser är oundvikliga även om tillverkaren och djurhuspersonal gör allt för att reducera den till ett minimum. Det är därför av största vikt att de som har ansvar för djur i försök där

kosten kan vara orsak till ojämnt resultat känner väl till detta. Olika mängd näringsämnen kan t. ex. inverka på biokemiska mekanismer typ förändring av enzymsyntesen. En reduktion av protein i ett foder från 20 % till 18 % har visat sig reducera Salmonellas antibodytiter hos råttor med 100 % och nyligen gjorda bevis som jag fått ta del av tyder på betydande skillnader i storlek och antal hos endoparasiter hos möss som är utfodrade med olika foder. På LAC har man funnit skillnader i tid på barbituratinducerad sömn hos möss som utfodras olika. Foder kan också innehålla påvisbara mängder toxiska ämnen t. ex. pesticider, vilka i sig kan orsaka variationer, speciellt i toxiska experiment.

Variationer i försöksresultat beroende på ändringar i fodrets sammansättning under lång tid kan reduceras genom att använda ett speciellt foder av renare ingredienser. Ett exempel på ett typiskt foder av denna sort visat i tabell 10. Ingre-

Tabell 10.

Typiskt specialfoder med renade ingredienser.

Vitaminfritt kasein	25,0 %
Majsolja	5,0 %
Majsstärkelse	40,0 %
Sukros	20,0 %
Cellulosa	5,0 %
Vitaminblandning	1,0 %
Mineralblandning	4,0 %

dienserna är extraherade och renade och genom att använda denna sortens foder är det möjligt att försäkra sig om en mera fullständig standardisering av fodret från leve-

rans till leverans, månad efter månad, år efter år. Dessutom är det möjligt att blanda fodret till exakt den sammansättning man önskar genom att bara ändra huvudbeständsdelarna. Det är något som naturligtvis är omöjligt att göra i ett foder med naturliga råvaror. Dessa foder kan tillblandas antingen kommersiellt eller i det egna laboratoriet. Om man gör det senare måste hänsyn tagas så att blandningen blir riktig och att små kvantiteter tillsätts och gradvis blandas upp till större mängder. Fodret ges som mos eller pulver.

Näringen kan också påverka försöksresultaten på andra sätt, vilka dock kan kontrolleras med de rätta metoderna. T. ex. kan administrering av vissa droger påverka foderintaget negativt. För att ta reda på om tillväxt eller andra uppmätta parametrar är påverkade av detta minskade foderintag är det värdefullt att ge exakt lika kost till både experiment- och kontroldjur för att kunna eliminera denna försöksvariabel. Enklaste sättet är att tvångsmata djuren en eller flera gånger per dag med en lämplig mängd foder. Ett annat sätt kan vara att parutfodra djuren genom att varje dag ge kontroldjuren den mängd mat experimentdjuren åt dagen innan. Den senare metoden innebär en ganska liten fysiologisk störning hos djuren.

Vid vilken tid djuren matas kan också bli avgörande för resultatet. Om en råttor har fri tillgång på mat blir intaget störst på natten, medan en råttor som utfodras 24 gånger per dygn kommer att ha ett jämt dygnsintag av foder. Detta kan i sin tur påverka vävnadsglycogenet som vi-

sar en tvåpucklad kurve hos ad libitum matade djur men som är konstant hos de djur som får sig tilldelad vissa foderkvantiteter.

En annan faktor som klart kan påverka resultat är gnagares och lagomorfas tendens till koprofagi. I vissa försök, t. ex. studiet av matsmältningsprodukter eller effekten av exakta doser av droger kan det vara viktigt att förhindra återanvändning av dessa substanser i faeces. Stålträdsgolv förhindrar inte koprofagi eftersom faeces ofta ätes direkt från anus. Speciella burar kan tillverkas för gnagare för att hindra dem från att svänga runt medan en krage runt halsen på större djur som exempelvis kanin kan fungera tillfredsställande.

Slutligen skulle jag i denna del som har behandlat experimentella tekniker, gjorda att förbättra resultaten, vilja nämna vikten av att tillåta djuren ha en viloperiod. En förändring av kosten kan ha helt omstörtande effekter på djurets fysiologi och det är fåfängt att tro att ett försöksdjur ska fungera tillfredsställande och producera standardresultat omedelbart efter en sådan ändring. Om möjligt ska en nedtrappningsperiod på en eller helst flera veckor tillåtas om fodret ändras och om det är möjligt ska foder utbytas succesivt för att orsaka minsta störning. Jag har nämnt dessa tekniker helt kort för att ni ska kunna informera personalen om de möjliga slarvfelen.

Sjukdomar och problem

Dessa saker tar två huvudformer beroende på brist eller närvaro av vissa näringsämnen och kan uppträda från gång till annan orsakat av olika faktorer:

1. Ej helt korrekt fodersammansättning.
2. Fel kost för speciell djurart eller speciellt ändamål.
3. Genom att använda ett fellagrat eller felbehandlat foder.
4. Överentusiastisk tillägg av antingen näringsämnen eller vitaminer.

Mycket ofta är det svårt att identifiera en speciell orsak till sjukdomar och det är sällsynt (med ett undantag) att finna klassiska symptom beroende på brist eller toxicitet av ett näringsämne. Oftast uppkommer icke-specifika symptom såsom slöhet, glanslös päls, dålig tillväxt och reducerat foderintag. Kosten anses ofta vara orsaken till problemet men grundorsaken finner man sällan. Kanske försvinner problemet med en ny sändning foder eller vid någon annan förändring.

Det mest förbryllande och frekventa nutritionsproblemet är när en grupp djur som hitintills underhållits tillfredsställande på ett speciellt foder plötsligt blir sjuka. Vanligtvis är det omöjligt att genast klarlägga orsaken, synbart är inget förändrat. Det är bara vid mycket noggranna undersökningar som man ev. kan finna den möjliga orsaken. Kanske är det en ny sändning foder i vilket ett misstag i blandningen har gjorts eller där ett toxin kan misstänkas. Oftast kan dock orsaken följas tillbaka på andra faktorer, t. ex. ny personal eller omgivningsfaktorer där problemen kanske inte alls orsakas av kosten. Ett exempel på detta hände oss nyligen. Jag fick en förfrågan från en marsvinsuppfödare som upptäckt att hans djur plötsligt började tappa pälsen. Så-

vitt han kunde minnas hade ingen ändring av uppfödning och beståndets täthet gjorts även om marsvinen var ganska hårt avlade. Den enda orsaken jag kunde tänka mig var inverkan av den varma sommar vi upplevt i år. Jag föreslog därför att salt kunde vara problemet. Uppfödaren gav en flaska saltlösning vid sidan av vattenflaskan och hårfallet stoppade. Vid senare analys av fodret fann vi att det mycket riktigt innehöll för lite salt. Men — det intressanta är emellertid att djuren växte och reproducerade sig perfekt på detta foder ända tills värme-stressen orsakade det högre saltbehovet som fodret inte kunde möta och symptomen uppstod.

Näringsmässiga problem märks vanligtvis först hos unga djur. Det finns två huvudorsaker till detta. För det första har växande unga djur ett väldigt näringsbehov och för det andra är det den maternella reserven som först töms och följaktligen minskas mängden av de näringsämnen som tillförs fostret och de nyfödda genom mjölken.

Dålig nutrition orsakar vanligtvis problem i följande rangordning: laktation, reproduktion, hårväxt, rörlighet, sårhäkning, motståndskraft mot sjukdomar, matsmältning, utsöndring och cellmetabolism.

Speciella brister

Symptomen varierar och kan bli funna i litteraturen och jag ska inte diskutera dessa i närmare detalj.

Proteinbrist

Denna är vanligtvis bunden till kaloriöverskott, men uppkommer inte endast för att djuret äter otillfred-

ställande mängd protein utan också för att proteinet är av dålig kvalitet, med andra ord då de essentiella aminosyrorerna inte är närvarande i tillräcklig mängd. Symptomen är dålig växt och viktförlust. Problemet avhjälpes med hög kvalitetsprotein, d. v. s. fiskmjöl, ägg- eller mjölkpulver.

Fettbrist

Brist på de essentiella fettsyrorerna är inte särskilt troligt i en normal kost om råmaterialet tillförs i tillräcklig mängd. Emellertid kan de uppträda i en fettfattig kost eller i ett foder där fett är mycket härsket.

Vitaminbrist

Minskat vitamininnehåll kan uppkomma genom lagring eller hantering t. ex. autoklavering. Symptomen är helt specifika om bristen är tillräckligt stor, men det är den sällan. Om en specifik vitaminbrist misstänks bestyrker en blod- eller leveranalys ofta diagnosen. Alternativt kan vitaminet ges som tillskott och alla ev. uppträdande förändringar antecknas. Bästa terapin vid misstänkt vitaminbrist är injektion eller tillsats av dricksvattnet med ett multivitaminpreparat. Uppkommer förändring då kan fodret analyseras. En vitaminbrist som jag speciellt vill nämna som den mest förekommande i U.K. är den av askorbinsyra (vit. C) hos marsvin. Detta djurslag är tillsammans med primaterna det enda som inte själv kan syntetisera askorbinsyra. Vitaminet sätts till hö, dricksvatten eller foder, men man bör komma ihåg att det är instabilt, särskilt i lösning eller färskt hö. Färsk mat kan också

vara ofördelaktigt på annat sätt eftersom det ofta är kontaminerat och svårt att sterilisera. Om askorbinsyran sätts till dricksvattnet måste detta förnyas dagligen. Det bästa sättet är dock att blanda vitaminet i fodret, men jag upprepar att man ska minnas att askorbinsyra förstörs och fodret måste konsumeras snabbt. Bristen är relativt vanlig jämfört den av andra vitaminer och symptomen är subcutana blödningar och stelhet i bakbenen. Hos primater har man också funnit tarmlödningar och låga halter vit. C i levern (normalvärde: 10 mg/100 g lever). C-Vitaminlagret är mycket snabbt uttömt och brist uppkommer inom tre veckor på askorbinsyrafri kost.

Mineralbrist

Denna sorts brist är inte lika lätt att peka på som vitaminbrist och beror dessutom mera på inbalans mellan mineraler än på sann brist. Andra problem som är relaterade till foder kan orsakas av kontaminenter typ insekticider eller östrogener. Den ökade specialiseringen av försöksdjur på de senare åren illustreras genom den ökade användningen av SPF och gnotobiotiska djur. Detta har viktiga återverkningar inom nutritionen ty foder givet till dessa djur måste steriliseras innan det kommer in i den isolerade enheten. Flera olika steriliseringsmetoder för mat finns tillgängliga och användes i U.K.: autoklivering, gammastrålning och gassterilisering, vanligtvis med etylenoxid.

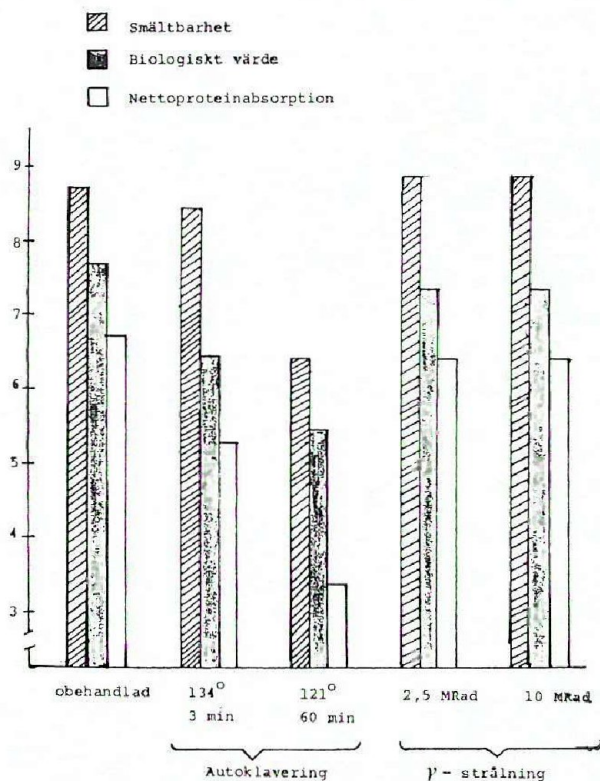
Beslutet av vilken metod man föredrar att använda beror på en rad olika faktorer såsom tillgång på lämplig apparatur, totalkostnad, ste-

riliseringens effekt på det näringsmässiga värdet etc. Jag skall helt kort nämna för- och nackdelar längre ner, men först skulle jag vilja diskutera effekterna på det näringsmässiga värdet.

All sorts sterilisering verkar genom att spränga biokemiska grupperingar i den levande organismen och då fodermaterial erhålls från levande organismer, är det försvarligt att anta att behandlingen också skall spränga några av deras egna molekyler med därav möjlig förlust av näringsämnen.

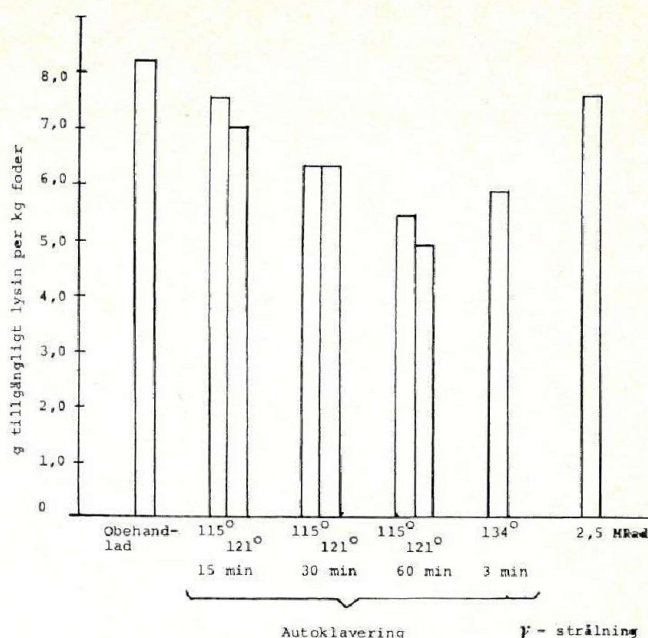
1. Proteiner

Autoklivering reducerar proteinvärdet i maten genom att göra aminosyrorna otillgängligt för matsmältning och absorption hos djuret. Tabell 11 visar effekten av autoklivering av ett rått/mus-foder på



Tabell 11.

proteinsmältbarhet, biologiskt värde och nettoproteinabsorption. Värden är erhållna på LAC. De reduceras som synes kraftigt vid autoklivering medan gammastrålningen har liten effekt. Nästa tabell (Tabell 12) visar autokliveringens effekt på tillgängligt lysin, en av de viktigaste aminosyrorerna i maten. Här kan man se att när temperatur och tid på autoklivering ökar, ökar också skadorna. Försöken på denna bild varierar från mindre skadlig till mer skadlig än vad som vanligtvis användes för djurfoder. Den *autokliveringstid* som visat sig vara bäst är + 121°C vid 15—30 min eller + 134°C i 3 min, men betydliga förluster av aminosyror uppkommer under dessa omständigheter. Däremot märks ringa effekt med *gammastrålning*. *Etylenoxiden* har visat sig ha ganska varierande effekt — vissa aminosyror förstörs men inte andra.



Tabell 12.

2. Vitaminer

Tabell 12 visar några resultat av vitaminförstöring tagna vid olika steriliseringsbehandlinger. *Autokliveringens* allvarliga vitaminförstö-

Tabell 13.

Diet	% förstöring av vitaminer								
	Vit. A	Vit. E	Thia- min	Ribo- flavin	Panto- then syra	Niko- tin syra	B ₈	B ₁₂	
Autoklivering									
120° 60 min	41 B	77	26	71	7	35	0	49	78
121° 60 min	PRD			75	3	45	0		
121° 30 min	PRD			48	3	29	0		
134° 3 min	PRD			45	3	32	0		
Strålning (γ)									
2,5 MRad	FFG	15		5	11	0	0	30	0
	RGP	6	23	10	8	22	0	0	0
	»Catshow«	93	0	44	2	12	6	45	0
Etylenoxid									
Gas :	FFG	0	7	5	0	0	49	23	
	1500 ml/m ³ i 6 h	PRD			42		11	63	

ring märks åter, mest förstörs dock naturligtvis de termolabila vitaminerna t. ex. thiamin. *Gammastrålning* har liten effekt på vitaminer i de flesta fall och i arbeten som inte visas här har jag aldrig lyckats visa någon signifikant effekt på vit. B i råttfoder. Enda undantaget är den mycket höga förlusten av vit. A i kattfoder. Detta hör oundvikligen ihop med en ökad härskning av fetten i dessa mycket fetthaltiga foder och man ser aldrig fenomenet uppkomma i gnagarfoder med dess lägre fetthalt.

Etylenoxid har också visat sig ha liknande effekt på vitaminer, speciellt på nikotinsyra, ett vitamin som är helt opåverkat av andra steriliseringsmetoder.

Slutledningen av dessa resultat är att sterilisering påverkar fodret till en grad som varierar med det ifrågakommande fodrets innehåll samt omfåget av behandlingen. Vitaminförlusten i ett autoklaverat foder sägs minska om fodret är fuktigt medan motsatsen gäller för strålning. Dessutom minskar förlusten av vitamin A om fodret är vakumförpackat under strålningen.

Emellertid orsakar strålning som helhet mindre förstörelse av näringsämnen än autoklavering vid sådana behandlingstider som är nödvändiga för att en adekvat sterilisering av kosten ska uppnås. Det är ett viktigt steg som tages när man beslutar vilken fodersterilisering som ska användas för de ekonomiska förutsättningar som man har. Basalkostnad av gammastrålning vid 2—5 MRad är f. n. £ 75/ton foder, vilket inkluderar packning, transport och behandling samt arbetslöner. Att kostnadsberäkna autoklavering eller etylenoxidsterilisering är svårare, men med tanke på arbetskostnad, underhåll och värdeminskning av apparatur, samt de löpande kostnaderna för de tillskott av protein och vitaminer som måste ersätta kvalitetsförlusten av fodret vid autoklavering (vilket i sig kommer upp till en kostnad av £ 15—30/ton) skiljer sig kostnaderna av strålning och autoklavering inte så mycket åt.

Det är alltså många detaljer att tänka på när man beslutar sig för steriliseringsmetod och jag har sammanställt för- och nackdelarna nedan:

Metod	Fördelar	Nackdelar
A) Strålning	1) Bekväm och fordrar ringa utrustning 2) Liten näringsförlust 3) Fodret färdigpackat för lätt införsel i isolatorn 4) God penetration	1) Höga grundkostnader 2) Ibland söndriga säckar
B) Autoklavering	1) Under kontroll av djurhuset 2) I SPF kan mat införas genom dubbeldörrad autoklav om man avpassar den till isoleringsenheten	1) Måste skyddas från ångpenetration 2) Skadar fodret 3) Foderbitarna (pellets) tenderar att sammanbindas och måste därför spridas tunt eller täckas 4) Problem att paketera fodret om autoklaven ej är inbyggd i isoleringsenheten
C) Etylenoxid	1) Ingen särskild skada på näringsämnen	1) Farligt för den som arbetar med metoden a) explosivt b) toxiskt 2) Toxiskt för djuren om inte fodret luftas 3) Tar lång tid

Sammanfattning

Jag har försökt att föreslå olika sätt på vilka prestationsförmågan hos experimentaldjuren kan ökas genom uppmärksamhet på fodret, men det viktigaste är trots allt att man vet till *vad* fodret behövs; uppväxt eller underhåll, om det är troligt att försöket påverkas av olika foder eller om den valda kosten är adekvat för djuret och ändamålet.

Dessutom skulle jag vilja göra en slutlig anmärkning när det gäller att välja rätt foder: Få så mycket information som möjligt! Lita inte på en otillräcklig specifikation, sista tabellen (Tabell 14) demonstrerar en möjlig fallgrop man kan hamna i om man litar på »beräknat innehåll«.

Tabell 14.

Beräknad analys:

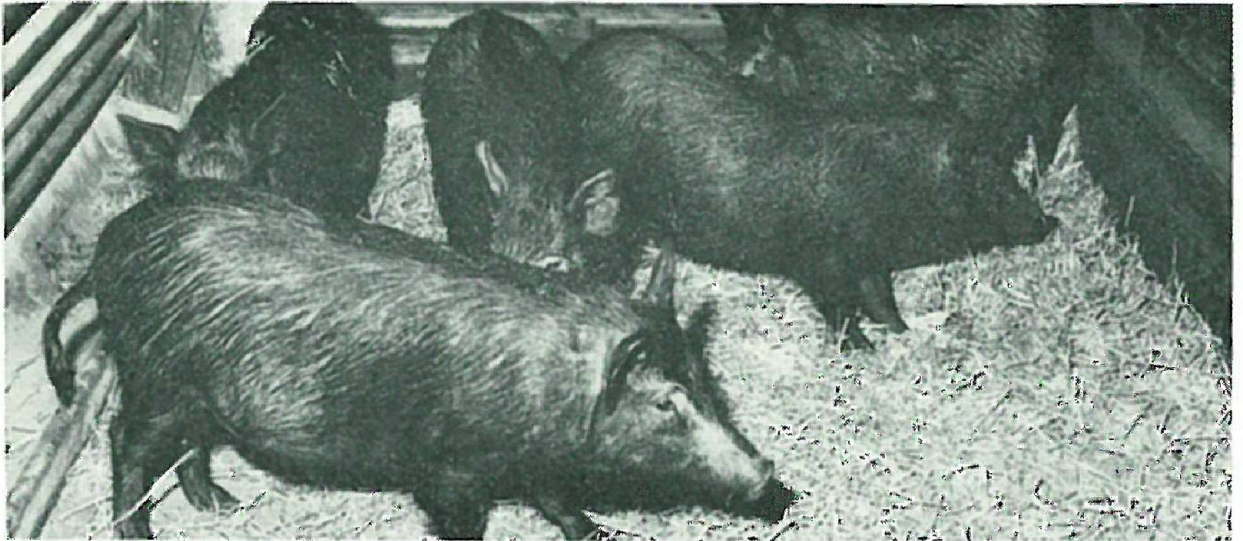
Rå olja	2,8
Rå protein	20,1
Råfiber	5,2
Aska	5,2
Kolhydrat	57,0
Vatten	9,7

Kan vara:

15 par arbetsskor i läder
1/2 gallon avloppsvatten
1 säck krossad kol
1/2 bal sönderhackat hö
30 kg polystyrenavfall

eller:

5,1 kg korn
20,0 kg vete
10,0 kg majs
18,2 kg havre
20,0 kg vetefoder
10,0 kg soja (extr.)
7,5 kg skummjölkspulver
2,5 kg torkad jäst
5,0 kg fiskmjöl
1,2 kg mineralblandning
0,5 kg vitaminblandning



Nyt forsøgsdyr

De kan nu købe MINI-GRISE i Danmark til Deres forsøg.

På Corselitze på Falster avler vi ca. 1000 MINI-GRISE om året i hygiejniske stalde og under veterinær kontrol.

Grisene, der vejer fra 10 til 65 kg, kan i øjeblikket leveres i alle vægtgrupper. Specialfodring og -avl udf. efter aftale.

Indhent venligst nærmere oplysninger om bl. a. priser og leveringsbetingelser.

K. M. Grønnegaard

Corselitze, 4800 Nykøbing Fl.
Telefon (03) 84 70 08

Eller:

Forsøgsdyrleder Larsen
Telefon (03) 84 70 14

corselitze mini-pig