

11257, 64-II
INSTITUUT VOOR VEEVOEDINGSONDERZOEK, HOORN

DE BETEKENIS VAN VITAMINE E
VOOR MESTVARKENS

WITH A SUMMARY
THE IMPORTANCE OF VITAMIN E
FOR FATTENING PIGS

J. DAMMERS
K. STOLK
G. VAN WIERINGEN

Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO. 64.5 - 'S-GRAVENHAGE - 1958

2002-11

INHOUD

I. INLEIDING	3
1. Chemie van vitamine E	3
II. LITERATUURGEGEVENS OVER DE VITAMINE E-BEHOEFTEN VAN VARKENS	5
III. EIGEN ONDERZOEK	6
1. Vitamine E bepaling volgens EMMERIE en ENGEL	6
Bepaling in varkensvoeder	7
Bepaling in spek	8
Bepaling in lever	8
Bepaling in bloed	8
IV. PRAKTISCHE PROEVEN MET MESTVARKENS	9
1. Proef te Hoorn, 1e helft 1955	9
Opzet en verloop	9
Uitkomsten	10
2. Proef te Sevenum, 2e helft 1955	11
Opzet en verloop	11
Uitkomsten	12
3. Proef te Hoorn, 1e helft 1957	14
Opzet en verloop	14
Uitkomsten	15
4. Bespreking der resultaten en conclusies	15
SAMENVATTING	17
SUMMARY	17
LITERATUUR	18

Ir. J. DAMMERS, K. STOLK en G. VAN WIERINGEN zijn resp. landbouwkundige, bacterioloog-biochemicus en scheikundige aan het Instituut voor Veevoedingsonderzoek te Hoorn.

I. INLEIDING

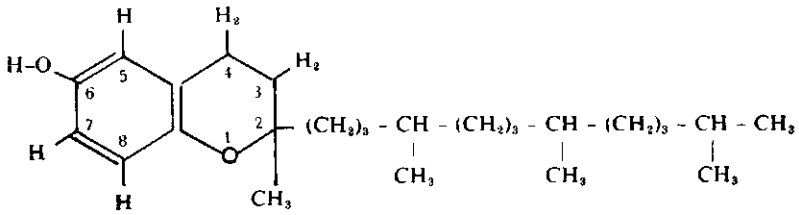
Sinds geruime tijd is bekend dat vitamine E voor varkens niet dezelfde betekenis heeft als voor de rat (ELLIS, 1946). Bij deze laatste diersoort veroorzaakt een gebrek aan vitamine E bij de mannelijke exemplaren steriliteit ten gevolge van een degeneratie van de testes, terwijl vrouwelijke ratten onvruchtbaar worden door prenatale sterfte en resorptie der vruchten. Deze waarnemingen hebben ertoe geleid dat vitamine E jarenlang beschouwd is als het vruchtbaarheidsvitamine bij uitnemendheid en door leken ook nu nog wel als zodanig wordt aangeduid. Langzamerhand bleek echter dat de landbouwhuisdieren anders op een vitamine E-gebrek reageren dan ratten, zodat het gewenst is proeven over de betekenis van dit vitamine bij de verschillende diersoorten met de dieren zelf uit te voeren en niet zonder meer af te gaan op bij laboratoriumdieren verkregen uitkomsten.

Alvorens echter op de resultaten van in de literatuur vermelde proefnemingen over de vitamine E-behoefte van landbouwhuisdieren in te gaan, zullen wij eerst een kort overzicht geven van de chemie van het vitamine E.

I. CHEMIE VAN HET VITAMINE E

De als „vitamine E” aangeduide fysiologisch werkzame stof of stoffen werden oorspronkelijk aangetroffen in de onverzeepbare rest van sommige vetten (EVANS and BURR, 1927). Evenals het vitamine A en het vitamine D behoort het vitamine E dus tot de groep der in vet oplosbare vitaminen. Het bleek al spoedig, dat de vetten met vitamine E-activiteit sterker werkzaam waren dan de onverzeepbare rest die men er uit kan bereiden. Bij de verzeeping werd de activiteit dus blijkbaar aangetast en later bleek dat deze door de toevoeging van oxyderende stoffen volkomen kon worden vernietigd. Nu waren al vroeger in de onverzeepbare resten van plantaardige oliën en in geconcentreerde plantaardige extracten anti-oxydantia gevonden (OLCOTT and MATTIL, 1936), die men de naam „inhibitolen” gegeven had (MATTIL, 1931). Toen men deze inhibitolen op vitamine E-werking ging onderzoeken, bleek dat deze sterk wisselde. Er is daarom aan de mogelijkheid gedacht dat er naast inhibitolen met vitamine E-werking ook dergelijke stoffen bestonden, die deze werking geheel misten. Later is het o.a. door onderzoeken van OLCOTT and EMERSON (1937), die aantoonde dat aan het vitamine E steeds anti-oxydatieve werking moest worden toegeschreven, waarschijnlijk geworden dat de inhibitolen en de stoffen met vitamine E-werking chemisch identiek zijn.

Ondertussen was het o.a. aan FERNHOLZ (1938) gelukt de structuur van het vitamine E nader op te helderen. Dit vitamine bleek te bestaan uit verschillende tocopherolen, die alle afgeleid kunnen worden van de niet-gesubstitueerde verbinding tocol, waarvan hier de structuurformule volgt.



De verschillende tocopherolen kunnen afgeleid worden van tocol door de waterstofatomen op de plaatsen 5, 7 en 8 te vervangen door methylgroepen. Er zijn dus zeven tocopherolen mogelijk nl.:

α -tocopherol	=	5-7-8- trimethyltolcol
β -tocopherol	=	5-8- dimethyltolcol
γ -tocopherol	=	7-8- dimethyltolcol
δ -tocopherol	=	8- methyltolcol
ϵ -tocopherol	=	5- methyltolcol
ζ -tocopherol	=	5-7- dimethyltolcol
η -tocopherol	=	7- methyltolcol

De laatste van deze reeks, het 7-methyltolcol, werd onlangs in rijst aangetoond (GREEN and MARCINIEWICZ, 1956).

De vitamine E-activiteit van deze verschillende substitutieproducten is niet gelijk. Als internationale eenheid is aangenomen de vitamine E-activiteit van 1 mg α -tocopherol.

II. LITERATUURGEGEVENS OVER DE VITAMINE E-BEHOEFTTE VAN VARKENS

De ervaringen die men over de vitamine E-behoefte van varkens heeft opgedaan zijn o.a. vastgelegd in de overzichtsartikelen van BLAXTER and BROWN (1952), AMES e.a. (1954), SCOTT (1954) en MASON e.a. (1949). Uit deze literatuur is het volgende af te leiden.

Het is duidelijk geworden dat α -tocopherol een noodzakelijke factor van het varkensrantsoen uitmaakt, maar de hoeveelheden die nodig zijn, konden tot nu toe nog niet worden vastgesteld. Dit laatste is toe te schrijven aan het feit dat normale praktijkrantsoenen gewoonlijk ruim voldoende hoeveelheden vitamine E bevatten. Om dus vitamine E-deficiëntie op te wekken moeten de varkens gevoerd worden met min of meer gezuiverde produkten, hetgeen kostbaar is. Voorts is het waarschijnlijk dat de dieren een aanzienlijke reserve aan vitamine E kunnen aanleggen, waardoor de uitkomsten van eventuele proeven minder betrouwbaar zouden kunnen worden en slechts gelden voor de omstandigheden waaronder ze verkregen zijn. In ieder geval staat vast dat er een verband is tussen het vitamine E-gehalte van het rantsoen en dat van het spek. Deze in het spek voorkomende vitamine E-reserves hebben weer invloed op de houdbaarheid van dit produkt.

De noodzaak van vitamine E voor de voortplanting is aangetoond bij zeugen, maar niet bij beren. Bij rantsoenen die te weinig vitamine E bevatten, ziet men de tomen kleiner worden. Bovendien bevat het colostrum en de melk van dergelijke zeugen weinig tocopherolen, zodat de biggen spoedig verschijnselen van vitamine E-gebrek gaan vertonen. Deze bestaan uit een achteruitgang van de algemene conditie en vervolgens leverdegeneratie, spierzwakte, een geelbruine verkleuring van het vetweefsel en degeneratie van de hartspeer. Vermoedelijk is het subklinisch voorkomen van vitamine E-gebrek bij biggen vrij verbreid, hetgeen een wat minder goede groei en een onstabiele gezondheidstoestand ten gevolge heeft.

De bovengenoemde symptomen treden eerder op indien een vitamine E-arm rantsoen bovendien nog aanzienlijke hoeveelheden visolie bevat. Men schrijft dit toe aan een oxydatieve destructie van het vitamine E onder invloed van de sterk onverzadigde vetzuren uit deze visolie. Bij gespeende proefdieren heeft men dit hulpmiddel wel ter hand genomen om de verschijnselen van vitamine E-gebrek op te wekken. Ook door andere factoren, zoals b.v. slechte huisvesting of onharmonische voeding, kan het ontstaan van een vitamine E-deficiëntie in de hand gewerkt worden.

III. EIGEN ONDERZOEK

In verband met het voorafgaande leek het gewenst eens na te gaan hoe het gesteld is met de vitamine E-voorziening van mestvarkens bij de in ons land gebruikelijke omstandigheden. Bij het gebruik van uit graanmeel, graanbijproducten en plantaardige en dierlijke eiwitrijke voeders bestaande, volledige meelvoeders leek een vitamine E-tekort op het eerste gezicht niet waarschijnlijk. Maar indien men een meelvoeder-mengsel gebruikt naast grote hoeveelheden, tot verzadiging toegediende, gestoomde aardappelen leek het ons niet zo zeker dat in een dergelijk rantsoen altijd voldoende α -tocopherol aanwezig zou zijn om een goede groei en een goede gezondheidstoestand te waarborgen.

Daarom werd besloten een aantal proeven met groeiende mestvarkens te nemen, die met een vaste hoeveelheid meelvoeder naast, tot verzadiging toegediende, gestoomde aardappelen gevoederd zouden worden.

Het lag uiteraard in de bedoeling in de loop van deze proeven vitamine E-bepalingen te verrichten, zowel in het voeder als in bloed, lever en spek der proefvarkens. De hiervoor nodige bepalingsmethoden moesten verantwoord gekozen worden en aan de in ons laboratorium beschikbare mogelijkheden worden aangepast.

Hoewel uiteraard het uitgangspunt van de vitamine E-bepalingen het effect van deze stof op ratten is geweest en BACHARACH e.a. (1937) hiervoor standardeisen hebben opgesteld, die een vrij betrouwbare biologische bepaling van het vitamine E mogelijk maken, hebben wij toch voor ons onderzoek de voorkeur gegeven aan een chemische bepalingsmethode. Daartoe hebben wij de door EMMERIE and ENGEL (1938, 1939 en 1943) aangegeven bepalingsmethode uitgewerkt voor de verschillende door ons onderzochte produkten. Wij betuigen hierbij onze dank aan dr. CHR. ENGEL te Utrecht voor zijn hulp bij de instructie van één onzer analisten, die de verschillende bepalingen heeft verricht.

1. VITAMINE E-BEPALING VOLGENS EMMERIE EN ENGEL

Reagentia

a. Aether. 1 l aether wordt tweemaal uitgeschud met 100 ml 10 % FeSO_4 -oplossing en daarna tweemaal gewassen met gedestilleerd water. Vervolgens wordt het twee maal uitgeschud met 100 ml 10 % KOH, daarna met dubbel gedestilleerd water tot alkalivrij gewassen en overgedestilleerd. Deze destillatie wordt uitgevoerd aan een schuin omhoog gerichte korte koeler en de ontvangkolf wordt met ijs gekoeld. De gedestilleerde aether wordt boven 5 % KOH bewaard op een koele plaats en blijft door deze behandeling 1 à 2 weken vrij van peroxyden. Toch is het gewenst de aethervoorraad dagelijks hierop te controleren. Dit kan geschieden door wat aether te schudden met ferro-ammoniumsulfaat (MERCK, proanalyse) en kaliumrhodanide en de hierbij ontstane kleur te vergelijken met die, welke ontstaat wanneer men dubbel gedestilleerd water op dezelfde manier uitschudt.

b. Ethanol 96 %. 5 l ethanol 96 % wordt gedurende 2 uur met 25 g KOH en 25 g aluminiumpoeder aan een terugvloeikoeler gekookt. Na afkoeling wordt uit dezelfde kolf gedestilleerd, waarbij een voorloop van $\pm 10\%$ genomen wordt en $\pm 10\%$ in de destilleerkolf achterblijft.

c. Benzeen. 5 l benzeen wordt aan een terugvloeikoeler tenminste 3 uren gekookt met 200 à 300 ml sterk H_2SO_4 . Na bekoeling wordt de benzeen afgeschonken en het koken op bovenbeschreven wijze met vers H_2SO_4 herhaald, net zolang tot het H_2SO_4 nog slechts lichtbruin gekleurd wordt. Dan wordt achtereenvolgens gewassen met drie maal 250 ml gedestilleerd water, tweemaal 150 ml KOH 10 % en ten slotte weer drie maal met 250 ml gedestilleerd water. Na drogen op watervrij natriumsulfaat wordt de benzeen onder regelmatig omschudden gedurende 2 uur gekookt met kaliumhydroxide. Na afkoeling wordt de benzeen overgedestilleerd.

d. Petroleumaeather (60–80 °C) wordt op dezelfde wijze gezuiverd als benzeen.

e. Ferrichloride-oplossing (0,2 %). Van kristallen $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (MERCK, proanalyse) wordt zo goed mogelijk de buitenlaag verwijderd. Van deze gezuiverde kristallen wordt 50 mg opgelost in 25 ml gezuiverde ethanol 96 %. Deze oplossing wordt telkens vers bereid.

f. α - α' -dipyridyl-oplossing (0,5 %). In 10 ml gezuiverde ethanol 96 % wordt 50 mg α - α' -dipyridyl (MERCK, proanalyse) opgelost. Ook deze oplossing moet telkens vers bereid worden.

g. Floridine XS-aarde. 50 g Floridine XS-aarde wordt gedurende 1 uur in een kokend waterbad in 200 ml geconcentreerd HCl geplaatst. Hierna laat men het bij kamertemperatuur afkoelen waarbij af en toe omgeroerd wordt. Men laat het mengsel nog enige uren staan waarna, na voorafgaand decanteren, wordt gefiltreerd. Na uitwassen met gedestilleerd water tot zuurvrij zuigt men nog tweemaal scherp af op een Buchner-trechter met 200 ml dubbel gedestilleerd water. Daarna wordt de aarde gedurende 24 uur bij 37 °C gedroogd.

Bepaling in varkensvoeder

10 g van het droge produkt wordt na toevoeging van 25 ml 2 N alcoholische loog en 0,25 g pyrogallol gedurende 15 minuten bij 74–76 °C verzeept. Wanneer veel koolhydraten voorkomen moet erop gelet worden dat geen koekvorming optreedt. Hierdoor kan vitamine E worden ingesloten, wat onjuiste uitkomsten zou geven. Na de verzeeping wordt met 25 ml dubbel gedestilleerd water en 15 ml ethanol 96 % verdund en met 30 ml dubbel gedestilleerd water in een scheidtrechter overgespoeld. Hierin wordt het mengsel drie maal uitgeschud met peroxydevrije aether. De aetherextracten worden gewassen tot ze alkalivrij zijn en daarna met behulp van ethanol en benzeen in vacuo ingedampt.

Ter voorkoming van oxydatie wordt tegen het einde van dit droogdampen CO_2 opgeleid. Het drooggedampte residu wordt opgenomen in 10 ml benzeen. Hiervan wordt 2 ml door een kolom Floridine XS-aarde (B.D.H.) gefiltreerd en het filtraat

in een kolfje van 25 ml opgevangen. Men wast de kolom nog enkele malen met benzeen na, die in hetzelfde kolfje wordt opgevangen. Daarna voegt men hieraan 1 ml α - α' -dipyridyl (0,5 %) en 1 ml ferrichloride-oplossing (0,2 %) toe, vult met ethanol 96 % aan tot precies 25 ml en meet de ontstane rode kleur na precies 10 minuten in een Beckman spectrofotometer, model B, bij een golflengte van 525 m μ , in 1 cm laagdikte. De extinctie van dezelfde hoeveelheid zuivere benzeen bedraagt, na dezelfde behandeling, onder dezelfde omstandigheden, 0,010-0,030. Voor het maken van een ijklijn werd van verdunningen van ferroammoniumsulfaat (MERCK p.a.) uitgegaan. Hiervan werd 1 ml genomen, 1 ml α - α' -dipyridyl toegevoegd en met ethanol 96 % tot 25 ml aangevuld en de extinctie gemeten. Met behulp hiervan kan dan de hoeveelheid dl- α -tocopherol worden berekend, want 1 grammol. dl- α -tocopherol (430 g) doet bij de reactie 2 gramat. ferroijzer ontstaan (111,6 g).

Bepaling in spek

Om de door KAUNITZ and BEAVER (1944) beschreven moeilijkheden bij het bepalen van vitamine E in vetten te voorkomen, werden enige speciale voorzorgen genomen. Ongeveer 10 g van een spekmonster wordt in kleine stukjes gesneden en daarna in een mortier goed fijngezeven. Van dit fijngezeven materiaal wordt 5 g in een verzepingskolfje gebracht en met 0,25 g pyrogallol en 9 ml 2 N alcoholische loog verzeept. Na de verzeeping gedurende 15 minuten bij 74-76 °C wordt op dezelfde manier uitgeschud met peroxydevrije aether en drooggedampt in vacuo. Het drooggedampte residu wordt echter in slechts enkele ml benzeen opgenomen en direct over de kolom Floridine XS-aarde gefiltreerd. De filtraten worden in een distilleerkolfje opgevangen en onder voorzorgen tegen oxydatie, drooggedampt. Aan het residu wordt 5 ml ferrichloride α - α' -dipyridyl reagens (5 ml benzeen, 1 ml α - α' -dipyridyl en 1 ml ferrichloride) toegevoegd, aangevuld tot 25 ml met ethanol 96 % en de extinctie gemeten.

Bepaling in lever

2 g lever wordt in een weegflesje afgewogen en overgebracht in een mortier. Hierin wordt de lever achtereenvolgens met 15 ml ethanol 96 % en drie maal met 15 ml petroleumaether (60-80 °C) gezeven. De aldus verkregen verzamelde extracten worden in een buis gebracht die met een glazen stop kan worden gesloten. Hierin wordt het extract 5 minuten geschud en vervolgens wordt gedurende 10 minuten gecentrifugeerd (3000 r.p.m.). Van het bovenstaande heldere petroleumaetherextract neemt men 35 ml, dampt in vacuo droog (CO₂-opleiding aan het einde) en neemt het residu op in enkele ml benzeen. Verder wordt de bepaling als in spek verricht.

Bepaling in bloed

10 ml serum of plasma wordt in een buis met glazen stop gebracht. Vervolgens wordt druppelsgewijs en onder omzwenken 10 ml ethanol 96 % toegevoegd. Na nog 20 ml petroleumaether toegevoegd te hebben schudt men 5 minuten. Daarna wordt 10 minuten gecentrifugeerd (3000 r.p.m.). Van het bovenstaande heldere petroleumaetherextract wordt 15 ml genomen en in vacuo drooggedampt. Verder geschiedt de bepaling als in lever.

IV. PRAKTISCHE PROEVEN MET MESTVARKENS

Om de in verband met het vitamine E-vraagstuk naar voren komende punten ook van praktische zijde te belichten werd een drietal proeven met mestvarkens uitgevoerd waarbij naast de gebruikelijke gegevens omtrent groei, voederverbruik en gezondheids-toestand, ook cijfers omtrent vitamine E-gehalten werden verzameld.

1. PROEF TE HOORN, 1E HELFT 1955

Opzet en verloop

De eerste proef werd uitgevoerd aan het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn en omvatte 4 groepen van 6 varkens van het Groot Yorkshire type. Bij de indeling is rekening gehouden met het gewicht, de groei in de voorperiode, het geslacht en de afstamming der dieren.

De bedoeling der proef was, om wel met praktische rantsoenen te werken, maar daarbij voor de vitamine E-voorziening de meest ongunstige omstandigheden te kiezen. Door dit rantsoen met en zonder vitamine E-toevoeging te verstrekken, kon de invloed van dit vitamine E onder deze omstandigheden worden gecontroleerd.

Om aan de geschetste opzet te voldoen mochten in de rantsoenen geen producten voorkomen, met een van nature hoog gehalte aan vitamine E. Daarom werden aan alle groepen ingekulde gestoomde aardappelen gevoederd, aangevuld met per dier per dag 1 kg van een meelmengsel, dat voor de proefgroepen voornamelijk bestond uit tapiocameel en caseïne. Aangezien een dergelijk mengsel tevens arm is aan vitaminen van het B-complex, werd ook een groep ingezet waarbij het meelmengsel niet werd gecompleteerd met vitamine E, maar met verschillende B-vitaminen.

De opzet der proef was als volgt:

- groep I: controle;
- „ II: vitamine E arm rantsoen;
- „ III: als II + extra vitamine E;
- „ IV: als II + extra B-vitaminen.

De voeding geschiedde steeds individueel. Gedurende de gehele proef werd hetzelfde meelmengsel gebruikt. Doordat de opname van gestoomde aardappelen met het stijgen van het gewicht der dieren toenam, werd vanzelf de eiwitverhouding van het totale rantsoen geleidelijk ruimer. Bij het opstellen van de mengsels is aangenomen, dat de verhouding ZW:vwe = 6,5 moet zijn wanneer de dieren gemiddeld 60 kg wegen.

De hoeveelheid vitamine E, die aan de varkens van groep III is toegediend, was niet constant, maar steeg naarmate de dieren zwaarder werden. Het hierbij gevolgde schema luidt aldus:

gem. gewicht der varkens	30- 50 kg:	10 I.E. vit. E	per dier	per dag,					
„ „ „ „	50- 75 kg:	15 I.E.	„ „ „ „ „ „						
„ „ „ „	75-100 kg:	25 I.E.	„ „ „ „ „ „						
„ „ „ „	100-118 kg:	33 I.E.	„ „ „ „ „ „						

TABEL 1. Samenstelling van de meelmengsels

	Groep - Group				
	I	II	III	IV	
Gerstemeel	820	-	-	-	<i>Ground barley</i>
Tapiocameel	-	720	720	700	<i>Cassava meal</i>
Caseïne	150	250	250	250	<i>Casein</i>
Zout (NaCl)	10	10	10	10	<i>Salt (NaCl)</i>
Mineralen varkens	20	20	20	20	<i>Mineral mixture</i>
Vitamine B-preparaat	-	-	-	20	<i>Vit. B preparation</i>
Vit. A-D ₃ preparaat	1	1	1	1	<i>Vit. A-D₃ preparation</i>
Vit. E-preparaat	-	-	+	-	<i>Vit. E preparation</i>
Totaal	1001	1001	1001+	1001	<i>Total</i>

TABLE 1. *Composition of the feed mixtures*

Het in het mengsel voor groep IV verwerkte vitamine B-preparaat had een zodanige sterkte dat elk dier per dag 3 mg aneurine, 4 mg riboflavine, 20 mg niacine en 7 mg pantotheenzuur ontving.

Het verstrekken van ingekuilde gestoomde aardappelen bracht mede dat er niet met al te jonge biggen gestart kon worden; het gemiddeld begingewicht der dieren lag dan ook bij 29 kg. Aanvankelijk had de proef een gunstig verloop en deden er zich slechts enkele onbetekende ziektegevallen voor. Later liet de eetlust en ook de groeiselnelheid der varkens iets te wensen over, vermoedelijk doordat de ingekuilde gestoomde aardappelen van zeer matige kwaliteit waren. Door de zomerse temperaturen was in de aardappelkuil een alcoholgisting opgetreden.

Uitkomsten

In tabel 2 zijn de belangrijkste resultaten van deze proef weergegeven.

TABEL 2. Overzicht van de gemiddelde groeicijfers, het voederverbruik en enkele slachresultaten

	Groep - Group				
	I	II	III	IV	
Begingewicht (kg)	29,2	29,3	29,3	29,2	<i>Initial weight</i>
Eindgewicht (kg)	116,5	120,5	117,9	120,8	<i>Final weight</i>
Aantal dagen	146	146	146	146	<i>Days on experiment</i>
Gem. groei per dag (g)	598	624	607	627	<i>Mean daily growth</i>
Kg voeder per kg groei	3,72	3,58	3,63	3,57	<i>Kg feed/kg growth</i>
Slachtverlies (%)	17,4	17,9	17,6	17,3	<i>Slaughter losses (%)</i>
Gemiddelde spekdikte	3,8	3,8	3,8	4,0	<i>Aver. thickness of the backfat</i>
γ vit. E per 10 ml bloed	4,4±0,25	3,6±0,16	8,3±1,3	-	<i>γ vit. E per 10 ml blood</i>
γ vit. E per g lever	4,8	7,2	8,8	-	<i>γ vit. E per g liver</i>

TABLE 2. *Average liveweight gain, feed consumption and some slaughter data*

ontvingen ingekuilde gestoomde aardappelen tot verzadiging, aangevuld met 1 kg per dier per dag van een meelmengsel, dat voor de proefgroepen weer voornamelijk bestond uit tapiocameel en caseïne. De aanvulling van het proefrantsoen met vitaminen van het B-complex, die in Hoorn geen effect gehad heeft, bleef ditmaal achterwege. In plaats daarvan werd te Sevenum een groep ingelast, waarvoor het proefrantsoen verrijkt werd met vitamine E + gemalen strocellulose. Op deze wijze kon gecontroleerd worden of de gebruikte proefrantsoenen wel een voldoende hoeveelheid ruwe celstof bevatten, om een normaal functioneren van het spijsverteringsapparaat en een behoorlijke groei te waarborgen.

De indeling der proef was dus als volgt:

- groep I: controle,
- „ II: vitamine E arm rantsoen,
- „ III: als II + extra vitamine E,
- „ IV: als II + extra vitamine E + strocellulose.

Bij de proef te Hoorn was de groei van de controlegroep niet geheel bevredigend. Daarom werd ditmaal in het rantsoen voor groep I naast gerstemeel ook tarwegrintzemelen en grasmeeel opgenomen.

Het vitamine E-preparaat werd nu in het meelmengsel verwerkt en wel in een hoeveelheid van 0,1 %. Het gebruikte preparaat was een droog produkt en bevatte 42 I.E. per gram en aangezien elk dier per dag 1 kg meel ontving, bedroeg de vitamine E-toediening 42 I.E. per dier per dag. Bij vitamine E-bepalingen in de mengsels werd evenwel veel minder vitamine E teruggevonden, zodat moet worden aangenomen dat het vitamine E reeds gedeeltelijk was geoxydeerd. Ook het vitamine E-preparaat zelf liep vrij snel in gehalte achteruit. Onmiddellijk na ontvangst was het gehalte 40,7 mg/g, 3 dagen later 30,9 mg/g, een halfjaar later 5,4 mg/g en 7 maanden na de ontvangst 0,6 mg/g. De indruk werd verkregen dat het vitamine E-gehalte tamelijk constant bleef, wanneer de fles rustig in de kast stond. Indien de fles echter af en toe geopend werd om er iets uit te halen, daalde het vitamine E-gehalte weer met sprongen.

In tabel 3 zijn de samenstelling van de meelmengsels en enkele daarin gevonden analysecijfers opgenomen.

Het verschil in de hoeveelheid teruggevonden vitamine E bij de mengsels III en IV is opvallend, te meer daar de vitamine E-bepaling op hetzelfde tijdstip werd uitgevoerd, nl. tegen het einde van de proef. Mogelijk is door het verwerken van de gemalen strocellulose meer lucht in mengsel IV gekomen, met als gevolg een snellere afbraak van vitamine E. De ingekuilde gestoomde aardappelen bevatten bij deze proef 0,4 mg vitamine E/kg, zodat dus met dit voedermiddel gemiddeld 2 mg vitamine E per dier per dag werd opgenomen.

De proef heeft een ongestoord verloop gehad.

Uitkomsten

Bij deze proef werd het vitamine E-gehalte van het bloed niet bepaald na het slachten, maar gedurende het tweede gedeelte van de proef. Daartoe werd van elk varken ongeveer 60 ml bloed uit de voorste holle ader genomen. In verband met de

TABEL 3. Volledige samenstelling der meelmengsels

	Groep - Group				
	I	II	III	IV	
Gerstemeel	740	-	-	-	Ground barley
Tarwezemelen	60	-	-	-	Wheat bran
Grasmeel	40	-	-	-	Grass meal
Tapiocameel	-	727	727	700	Cassava meal
Caseïne	134	247	247	247	Casein
Gemalen strocellulose	-	-	-	27	Ground strawcellulose
Keukenzout	6	6	6	6	Salt (NaCl)
Mineralen varkens	20	20	20	20	Mineral mixture
Vit. A-D ₃ preparaat	1	1	1	1	Vit. A-D ₃ preparation
Vit. E preparaat	-	-	1	1	Vit. E preparation
Totaal	1001	1001	1002	1002	Total
Percentage ruwe celstof	6,0	1,6	1,7	3,3	% crude fibre
Vitamine E, mg/kg	20,9	0	15,7	5,4	Vitamin E, mg/kg

TABLE 3. Composition of the feed mixtures

capaciteit van het laboratorium zijn de vitamine E-bepalingen in spek en lever, die na het slachten moesten geschieden, voor de groepen I en IV niet uitgevoerd.

De gemiddelde uitkomsten zijn weergegeven in tabel 4.

TABEL 4. Overzicht van de gemiddelde uitkomsten

	Groep - Group				
	I	II	III	IV	
Begingewicht (kg)	28,4	28,4	28,5	28,5	Initial weight
Eindgewicht (kg)	97,8	100,5	97,7	97,4	Final weight
Aantal dagen	98	98	98	98	Days on experiment
Gem. groei per dag (g)	708	721	706	703	Mean daily growth
Kg voeder/kg groei	2,85	2,74	2,83	2,82	Kg feed/kg growth
γ vit. E per 10 ml bloed	4,1	4,2	6,3	8,0	γ vit. E per 10 ml blood
Slachtverlies %	24,5	24,7	25,4	25,0	Slaughter losses (%)
γ vit. E per g lever	-	8,0	10,6	-	γ vit. E per g liver
γ vit. E per g spek	-	3,5	7,3	-	γ vit. E per g lard

TABLE 4. Average liveweight gain, feed consumption and some other data

Voor de berekening van het voederconsumptie zijn de ingekuilde gestoomde aardappelen weer omgerekend op 90 % droge stof en vervolgens bij het meel geteld.

Na het slachten werd de houdbaarheid van het spek van alle dieren bepaald. Dit geschiedde door middel van de z.g. SWIFT-test, zoals deze beschreven is door TOLLE-

NAAR (1953). Hierbij wordt lucht geleid door het gesmolten vet om zodoende een versneld bederf te bewerkstelligen. Op gezette tijden wordt dan het peroxydegetal van het vet bepaald en wanneer dit boven de 20 ligt, kan aangenomen worden dat het vet bedorven is. Het resultaat was na 16 uur lucht doorleiden aldus:

van de 6 monsters van groep	I	hadden er 5 een peroxyde getal	>20,
„ „ 6 „ „	II	„ „ 4 „ „	>20,
„ „ 6 „ „	III	„ „ 0 „ „	>20,
„ „ 6 „ „	IV	„ „ 0 „ „	>20.

Het spek van de dieren uit de groepen III en IV was dus beter tegen oxydatie bestand dan het spek van de varkens van de groepen I en II. Het ligt nu voor de hand een correlatie te veronderstellen tussen de houdbaarheid van het spek en het vitamine E-gehalte ervan (zie tabel 4). Mede in verband met de bij de proef te Hoorn verkregen resultaten ziet het er naar uit dat aan het vitamine E-gehalte van de lever niet zoveel waarde mag worden gehecht.

Overigens heeft ook ditmaal de toevoeging van vitamine E geen effect gehad op de groei of het voederverbruik. Ook een verhoging van het ruwe-celstofgehalte van het rantsoen had geen invloed.

3. PROEF TE HOORN, 1E HELFT 1957

Opzet en verloop

Nu in de twee voorgaande proeven was vastgesteld dat de hoeveelheid vitamine E in het voeder bij deze semi-praktische rantsoenen geen invloed op de groei en het voederverbruik heeft, werd besloten te Hoorn een derde proef te nemen waarbij het zwaartepunt zou liggen bij het verband tussen de vitamine E-voorziening en de houdbaarheid van het slachtprodukt. Mogelijk zou bij het werken met geheel gezuiverde rantsoenen wel een vitamine E-deficiëntie opgewekt kunnen worden. Dit is echter niet in overweging genomen, want de dan te verkrijgen uitkomsten hebben geen directe praktische betekenis en bovendien zijn dergelijke rantsoenen uiterst kostbaar. De eventuele invloed van een extra gift vitamine E op de houdbaarheid van het slachtprodukt kan echter wel consequenties voor de praktijk hebben.

In verband met deze opzet kon volstaan worden met een proef van 2 groepen, nl. een controlegroep en een groep die hetzelfde rantsoen kreeg, verrijkt met een extra dosis vitamine E. Beide groepen bestonden uit 7 dieren van het Groot Yorkshire type, die bij het begin der proef gemiddeld 31 kg wogen. Het rantsoen was samengesteld uit ingekuilde gestoomde aardappelen tot verzadiging, aangevuld met per dier per dag 1 kg van een meelmengsel, dat de volgende samenstelling had:

Gerstemeel	700
Diermeel	200
Sojaschroot	50
Aardappeleiwit	30
Keukenzout	10
Mineralen varkens	10
Vitamine A-D ₃ preparaat	1
Totaal	1001

Voor groep II was bovendien een zodanige hoeveelheid vitamine E-preparaat door het meel verwerkt dat daarmee per dier per dag 42 I.E. werden toegediend. In de mengsels voor de groepen I en II werden op het laboratorium respectievelijk 21,0 en 54,4 mg vitamine E per kg aangetoond.

Bij deze proef werd gemeenschappelijk gevoederd. Ernstige ziektegevallen of andere bijzonderheden hebben zich niet voorgedaan. Wel was over de gehele linie en voor beide groepen de groei te traag.

Uitkomsten

Vitamine E-bepalingen in het bloed en de lever zijn deze keer niet meer uitgevoerd omdat de daarbij verkregen cijfers weinig houvast bieden. Van meer belang zijn het vitamine E-gehalte en de houdbaarheid van het spek. De belangrijkste resultaten van deze proef zijn weergegeven in tabel 5.

TABEL 5. Overzicht van de gemiddelde uitkomsten

	I controle	II vitamine E	
Begingewicht (kg)	31,1	31,1	<i>Initial weight</i>
Eindgewicht (kg)	97,4	98,2	<i>Final weight</i>
Aantal dagen	138	138	<i>Days on experiment</i>
Gem. groei per dag (g)	481	486	<i>Mean daily growth</i>
Kg voeder/kg groei	4,11	4,06	<i>Kg feed/kg growth</i>
Slachtverlies %	24,7	25,6	<i>Slaughter losses %</i>
γ vit. E per g spek	$5,1 \pm 0,4$	$10,1 \pm 1,2$	<i>γ vit. E per g lard</i>

TABLE 5. Average liveweight gain, feed consumption and some other data

Het verschil tussen het vitamine E-gehalte van het spek van de varkens van groep I en van groep II bedraagt $5,0 \pm 1,3\gamma$ per gram. Gezien de grootte van de middelbare afwijking kan dit verschil als wezenlijk worden beschouwd.

De SWIFT-test kon door omstandigheden niet onmiddellijk na het slachten plaats vinden. Daardoor was de tijdsduur van het lucht doorleiden om een peroxyde-getal van het vet van 20 te bereiken niet zo lang meer. Dit geldt echter voor alle monsters en doet aan het verschil in houdbaarheid niets af. Het intreden van bederf (= peroxyde-getal 20) vond bij de spekmonsters van groep I gemiddeld na 1 uur 35 minuten ± 13 minuten plaats, terwijl dit voor groep II 3 uur 29 minuten ± 38 minuten duurde. Het verschil bedroeg 1 uur 54 minuten ± 41 minuten en mocht volgens de methode van FISHER als wezenlijk beschouwd worden.

4. BESPREKING DER RESULTATEN EN CONCLUSIES

De uitkomsten van de derde proef vormen een bevestiging van het reeds bij de 2e proef waargenomen en ook in de literatuur genoemde verband tussen het vitamine E-gehalte van het voeder en de houdbaarheid van het spek. Geconcludeerd mag dus

worden dat een hoger gehalte aan vitamine E in het rantsoen leidt tot een hoger gehalte aan vitamine E in het spek, waardoor dit produkt minder snel ranzig wordt.

Of deze waarneming veel praktische consequenties zal hebben staat evenwel te bezien. De varkensmester zelf heeft geen belang bij een hoger vitamine E-gehalte in het voeder, want een invloed daarvan op de groei of het voederverbruik kon niet worden aangetoond. Wel wordt de kwaliteit van het slachtprodukt er wat beter door, maar dit is bij het slachten niet direct waarneembaar en kan dus ook niet leiden tot een hogere prijs. Toch zal het uit een oogpunt van nationale economie van belang zijn dat zowel de voorlichtingsdiensten als de veevoederfabrikanten aandacht schenken aan een voldoende hoeveelheid vitamine E in rantsoenen voor varkens.

In een aantal volledige varkensvoerders uit de handel werden gehalten van 30 tot 42 mg vitamine E per kg meel gevonden. Het vitamine E in deze mengvoerders is afkomstig van natuurlijke produkten (granen). Weliswaar kunnen deze gehalten na een jaar teruglopen tot ongeveer de helft, maar de achteruitgang in vitamine E-gehalte was sterker voor onze proefvoerders, waar het vitamine E niet afkomstig was van natuurlijke produkten, maar van een preparaat.

Van de volledige biggen- en varkensvoerders worden rantsoenen oplopend van ongeveer 1 tot 3 kg verstrekt. De varkens krijgen daarmee hoeveelheden vitamine E die overeenkomen met de doses die bij onze derde proef aan de gesupplementeerde groep werden toegediend en er is dus geen reden aanwezig om voor een verhoging van het vitamine E-gehalte van de volledige varkensvoerders te pleiten.

Voor aanvullende voeders bij gestoomde aardappelen waarvan maar 1 kg per dag wordt verstrekt, kan de zaak echter anders liggen. In het door ons gebruikte DA-meel werd slechts 21 mg vitamine E per kg gevonden en een supplementering van dit mengsel met 42 mg vitamine E per kg gaf een wezenlijk betere houdbaarheid van het spek. Het zal daarom wenselijk zijn aanvullende mengsels bij aardappelen of bieten zodanig samen te stellen dat ook deze aan het dier een dagelijkse hoeveelheid van ± 40 mg vitamine E verschaffen. Op de vraag in hoeverre een verdere verhoging van het vitamine E-gehalte in rantsoenen voor mestvarkens nog weer een duidelijk betere houdbaarheid van het spek ten gevolge zou kunnen hebben, geven de genomen proeven geen antwoord.

SAMENVATTING

Een drietal proeven over de vitamine E-voorziening van mestvarkens (30–100 kg) leidde tot de volgende resultaten.

1. Bij rantsoenen met een zeer laag gehalte aan vitamine E (1 à 4 mg per dier per dag) werden geen deficiëntieverschijnselen waargenomen. Het vitamine E werd bepaald volgens de in het eerste deel van dit verslag beschreven methode.
2. De groei, het voederverbruik en het slachtverlies waren bij deze vitamine E-arme rantsoenen niet lager dan bij dezelfde rantsoenen gesupplementeerd met 42 mg vitamine E per dier per dag.
3. Een hoger gehalte aan vitamine E in het voeder leidt tot een hoger gehalte aan vitamine E in het spek, waardoor de houdbaarheid van dit produkt verbeterd wordt.
4. Met het oog op de houdbaarheid van het spek is het wenselijk dat mestvarkens ongeveer 40 mg vitamine E per dier per dag ontvangen. Bij gebruik van volledige biggen- en varkensvoerders zal deze dosis over het algemeen wel in het rantsoen aanwezig zijn. Aanvullende voeders bij aardappelen of bieten (DA-meel) kunnen in dit opzicht wel eens tekort schieten.

SUMMARY

In three experiments on the vitamin E supply for fattening pigs (30–100 kg) the following results were obtained.

1. Even with rations of a very low content of vitamin E (1 to 4 mg per animal per day) no deficiency symptoms were observed. The vitamin E was estimated as described in this paper.
2. A comparison of these rations poor in vitamin E with the same rations supplemented with 42 mg vitamin E per animal per day showed no difference in growth, feed consumption and slaughter losses.
3. An increased content of vitamin E in the rations results in an increased content of vitamin E in the backfat, by which the keeping quality of this product is improved.
4. For the keeping quality of the fat it is desirable that a fattening pig receives about 40 mg vitamin E per day. In circumstances such as prevail in the Netherlands this quantity will in most cases be present in complete rations for fattening pigs. Concentrate mixtures intended to supplement steamed potatoes or fodder beets may however be insufficient in this respect.

LITERATUUR

- AMES, S. R., KUJAWSKI, W. F., LUDWIG, M. and HARRIS, PH. L., Annotated Bibliography of vitamin E in swine nutrition 1927-1954. Eastman Kodak Company, Rochester N.Y., 1954 15.
- BACHARACH, A. L., ALLCHORNE, E. and CLYNN, H. E., Investigations on the method of determination of vitamin E. I. The influence of vitamin E deficiency on implantation. *Biochem. J.* 31 (1937) 2287.
- BLAXTER, K. L. and BROWN, F., Vitamin E in the nutrition of farm animals. *Nutr. Abstr. and Rev.* 22 (1952) 1.
- ELLIS, N. R., The vitamin requirements of swine. *Nutr. Abstr. and Rev.* 16 (1946) 1.
- EMMERIE, A. and ENGEL, Chr., Colorimetric determination of α -tocopherol (vitamin E) *Rev. trav. chim. Pays-Bas* 57 (1938) 1351; 58 (1939) 895.
- EMMERIE, A. and ENGEL, CHR., The tocopherol (vitamin E) content of foods and its chemical determination. *Z. Vitaminforsch.* 13 (1943) 259.
- EVANS, H. M. and BURR, G. O., The antisterility vitamin fat soluble E. *Mem. Univ. Calif.* 8 (1927) 176.
- FERNHOLZ, E., About the conformation of the α -tocopherols. *J. Am. Chem. Soc.* 60 (1938) 700.
- GREEN, J. and MARCINHIEWICZ, S., η -Tocopherol (7-methyltocol): a new tocopherol in rice. *Nature* 177 (1956) 86.
- KAUNITZ, H. and BEAVER, J. J., The determination of tocopherols with iron-bipyridine reagent in the presence of fats. *J. Biol. Chem.* 156 (1944) 653.
- MASON, K. E., Vitamin E. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 52 (1949) 63.
- MATTIL, H. A., Antioxidants and the autoxidation of fats. *J. Biol. Chem.* 90 (1931) 141.
- OLCOTT, H. S. and EMERSON, O. H., Antioxidants and the autoxidation of fats. IX. The antioxidative properties of the tocopherols. *J. Am. Chem. Soc.* 59 (1937) 1008.
- OLCOTT, H. S. and MATTIL, H. A., Antioxidants and the autoxidation of fats. VII. Preliminary division of the active substances. *J. Am. Chem. Soc.* 58 (1936) 2204.
- SCOTT, H. L., Important vitamin E. *The Feed Bag*. Jan. 1954.
- TOLLENAAR, F. D., Bestrijding van koelhuisgebreken van boter. *Centr. Inst. Voedingsonderz. T.N.O., Publ.* 166 (1953).