

Invloed van mikrogolfbehandeling en stillugoondprosessering op die voedingswaarde van volvetsojabone soos bepaal deur 'n urease-indeks, die FDNB-toets vir beskikbare lisien en 'n braaikuikengroei-toets

L.G. Ekermans¹, H.H. Meissner*, C. Maree en Linda du Plessis²

Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria 0002, Republiek van Suid-Afrika

Ontvang 1 Desember 1987; aanvaar 26 April 1988

Influence of microwave and heat treatment in a household oven on the nutritive value of full-fat soy beans as determined by an urease index, the FDNB test for available lysine and a broiler growth test. The microwave treatment of soy-bean samples was studied on the basis of duration of treatment and moisture content as variables. This was compared to heat treatment in an ordinary household oven where duration of treatment, moisture content of soy-bean samples and oven temperature were sources of variation. Microwave treatment was effective after 11 min at a moisture content of 15,3% and after 8 min at a moisture content of 22,0% as judged by the urease index method. At 22,0% moisture content available lysine according to the FDNB test, reached maximum values after 6—8 min of microwave treatment, whereafter availability declined sharply. Results with the ordinary household oven were more variable, suggesting different optimum treatment conditions with different combinations of the variables studied. The best performance of broilers in terms of mass gain and feed conversion ratio was realized with soy beans treated for 8—14 min in the microwave oven. These samples contained 22,0% moisture and the soy beans were included at a level of 30% in the broiler diets. The best results for treatment in the ordinary household oven were obtained after 22,5—25 min treatment at 225°C oven temperature and soy-bean moisture content of 15,3%. The pattern of pH change in the urease index corresponded satisfactorily with the pattern of broiler performance which suggests that the urease index method could be valuable as a routine test in commercial operations. It was further concluded that microwave treatment is a more reliable and convenient method than dry-heat treatment in a household-type oven.

Mikrogolfbehandeling van volvetsojabone is bestudeer aan die hand van tydskuur van behandeling en voginhoud van sojaboonmonsters as veranderlikes. Dit is vergelyk met droëhittebehandeling in 'n stillugoond waar tydskuur van behandeling, voginhoud van die sojaboonmonsters en oondtemperatuur gevarieer is. Mikrogolfbehandeling was doeltreffend na 11 min by 'n voginhoud van 15,3% en na 8 min by 'n voginhoud van 22,0% soos vasgestel deur die urease-indeksmetode. By 22,0% vog het beskikbare lisien volgens die FDNB-toets 'n maksimum bereik na 6—8 min van mikrogolfbehandeling, waarna die beskikbaarheid skerp afgeneem het. Die resultate van droëhittebehandeling was meer wisselvallig wat daarop dui dat verskillende optimum behandelingskondisies vir verskillende kombinasies van die veranderlikes bestaan. Die beste prestasie van braaikuikens in terme van massatoename en voeromsetverhouding is verkry met sojabone wat vir 8—14 min in die mikrogolfoond behandel is. Hierdie monsters het 22,0% vog bevat en die sojabone is teen 'n peil van 30% in die braaikuikendiëte ingesluit. Die beste resultate met behandeling in die stillugoond is verkry na 22,5—25 min behandeling by 225°C-oondtemperatuur en sojaboonvoginhoud van 15,3%. Die patroon van pH-verandering volgens die urease-indeks het bevredigend ooreengestem met die patroon van braaikuikenprestasie, wat daarop dui dat die urease-indeksmetode 'n waardevolle roetinetoets in kommersiële aanlegte kan wees. Voorts is die gevolgtrekking gemaak dat mikrogolfbehandeling 'n meer betroubare en geriefliker metode is as hittebehandeling in 'n stillugoond.

Keywords: Broilers, FDNB test, full-fat soy beans, microwave treatment, urease index

Gedeelte van 'n D.Sc.(Agric.)-proefskrif wat deur die senior outeur aan die Universiteit van Pretoria voorgelê is

* Aan wie korrespondensie gerig moet word

¹ Huidige adres: Silgro Voere (Edms) Bpk., Posbus 31, Silverton 0127, Republiek van Suid-Afrika

² Huidige adres: Departement Landbouwetenskappe, Technikon Pretoria, Kerkstraat 420, Pretoria 0002, Republiek van Suid-Afrika

Inleiding

Volvetsojabone behoort 'n groter bydrae tot die proteïenvoeding van die enkelmaagdier te maak. Daar is basies drie redes vir hierdie stelling: 'n Gunstige lisieninhoud, 'n hoë energiewaarde, en die feit dat die plantoliemark grootliks versadig is (Ekermans, 1984).

Verskeie probleme kortwiek egter die algemene gebruik van rou volvetsojabone. Ham & Sandstedt het reeds in 1944 die teenwoordigheid van proteolitiese inhibeerders in sojabone beskryf, terwyl Anderson, Rackis & Tallent (1979) 'n verskeidenheid toksiese reaksies beskryf het waaronder hemaglutinasie, goiter en allergieë. Hierdie probleme kan oorbrug word deur 'n kom-

binasie van vog- en hittebehandelings toe te pas, wat verskil ahangende van hittebron en prosesseringsmetode. Van die metodes wat gebruik word sluit in stoomverhitting, byvoorbeeld teen verskillende drukgradiënte (Borchers, Ackerson & Mussehl, 1948); droë hitte in byvoorbeeld stillugonde (Arnold, Summers & Bilanski, 1971; Simovic, Summers & Bilanski, 1972); mikronisering en vervlokkings (Lawrence, 1978); mikrogolfbehandeling (Gustafson, Flegal & Schaible, 1971; Runnels, Malone & Wutah, 1978); en chemiese behandeling, byvoorbeeld met alkohol (Van der Aar, Berger, Fahey & Laerch, 1983).

Hitte- en vogbehandeling verlaag die aktiwiteit van die toksiese reaksies, maar wanneer die behandeling te drasties is, kan die beskikbaarheid van aminosure soos lisien en sistien benadeel word (Anderson *et al.*, 1979). Sistien is veral sensitief vir hitte en volgens Liener (1978) kan soveel as 50—60% van die sistien tydens hittebehandeling van sojabone vernietig word. 'n Hoë vogtigheidsgraad in sojabone kan skynbaar die effek van beskadiging van lisien gedeeltelik teenwerk (Renner, Clandinum & Robblee, 1953), maar nie die verlies van sistien nie. Sistien is egter minder beperkend in enkel-maagdiervoeding as lisien.

Die effektiwiteit van die verskillende behandelingsmetodes om 'n verlaging in die toksiese bestanddele in rou sojabone te bewerkstellig, word op verskillende maniere getoets. Hierdie metode sluit die volgende in: Die proteïendispersie-indeks (Gustafson *et al.*, 1971), verandering in metaboliseerbare energiewaarde (Renner & Hill, 1960; Wiseman, 1984), die beskikbaarheid van aminosure (Ivy, Bragg & Stephenson, 1971), en ensimatisiese reaksies soos die ureasetoets wat vry-algemeen gebruik word weens die relatiewe eenvoud en akkuraatheid daarvan (Hayward, 1975; Smith, 1977). Geeneen van hierdie metode is egter besonder betroubaar nie en daarom word hulle gewoonlik tesame met groeitoets uitgevoer (Borchers *et al.*, 1948; Renner & Hill, 1960; Gustafson *et al.*, 1971; Simovic *et al.*, 1972).

Die goeie resultate wat behaal is tydens die hittebehandeling van volvetsojabone met behulp van 'n huishoudelike mikrogolfoond (Runnels *et al.*, 1978) en die feit dat sodanige behandeling kommersialiseerbaar is, het aanleiding tot hierdie ondersoek gegee. Vrae wat gestel is was of die mikrogolfoond die aktiwiteit van proteolitiese inhibeerders in rou sojabone doeltreffend kan vernietig, of die urease-indeks weens die eenvoud daarvan en ten spyte van kritiek daarteen (Borchers *et al.*, 1948), nietemin 'n bruikbare maatstaf is van doeltreffendheid van hittebehandeling soos gemeet in groeitoets met kuikens, en of die voginhoud voor behandeling die resultate van die behandelingsmetode beïnvloed. Die ondersoek is voorts uitgebrei om vas te stel of die mikrogolfmetode beter resultate in terme van urease-indeks en braaikuikenprestasie lewer as die stillugoondmetode.

Proefprosedure

Chemiese evaluasie van mikrogolfoond- en stillugoond-behandelde volvetsojabone

'n Gewone huishoudelike mikrogolfoond (Litton-Tedalex no. 7425, 2450 MHz) is gebruik om die rou sojabone te behandel. Vier oop glashouers met 200 g sojabone is op 'n keer in die oond geplaas, vir 'n bepaalde tyd behandel en dan in 'n groot pan oopgegooi vir vinnige afkoeling. Daarna is dit, indien nodig, gedroog by 60°C in 'n oond en gestoor vir verdere analise. 'n Soortgelyke prosedure is gevolg in geval van 'n gewone stillugoond.

Die volgende analises is na afloop van die hittebehandelingsprosesse op die volvetsojaboonmonsters uitgevoer: Vog, N, eterekstrasie, vesel en as (AOAC, 1975

– met enkele wysigings). Die totale aminosuurinhoud is met behulp van 'n aminosuuranaliseerder gemeet.

Die aktiwiteit van die urease-ensiem is volgens die metode van die AOCS (1973) uitgevoer. Hierdie metode bepaal die aktiwiteit van die residuele urease in sojabone. Die pH-meter wat gebruik is (Radiometer, Copenhagen Model 25) het 'n skaalverdeling van eenhede van 0,01 en die derde desimaal kan redelik akkuraat geskat word. Die monsters is in tripliakaat gemeet en enige afwyking van meer as 0,5% is herhaal. In alle gevalle het die blanko lesing 'n waarde van 6,998 aangetoon. 'n Indeks van urease-aktiwiteit is uitgewerk as die verskil in pH tussen die blanko monster en die toetslesing. 'n Verandering in pH van minder as 0,2 eenhede is as maatstaf van effektiewe behandeling aanvaar (Hayward, 1975).

Die metode van Carpenter (1960) soos gewysig deur Booth (1971) is gebruik om die mate van beskikbaarheid van lisien in die monster te bepaal. Hierdie metode lewer die sogenaamde FDNB-beskikbare lisienwaardes.

Drie vogtigheidsgrade van 6,8, 15,3 en 22% vog in die sojaboonmonsters is vir intervale van 0, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16 en 21 min in die mikrogolfoond behandel, waarna die sojabone gemaal en aan die ureasetoets onderwerp is. In die geval van die stillugoond is dieselfde drie vogtigheidsgrade gebruik, maar in kombinasie met 150, 175, 200 en 225°C oondtemperatuur en behandelingsstye van 5, 10, 12,5, 15, 17,5, 20, 22,5 en 25 min.

Biologiese evaluasie van mikrogolfoond- en stillugoond-behandelde volvetsojabone deur 'n braaikuikengroei-toets

In die groeitoets is dieselfde behandelingsstye soos hierbo gebruik maar die voginhoud van die sojaboonmonsters was alleenlik 22% in die geval van mikrogolf-behandeling, terwyl die oondtemperatuur 225°C en die voginhoud 15,3% was in geval van die stillugoond.

Dagoud-braaikuikens van 'n Ross-bloedlyn is vanaf 'n kommersiële teler aangekoop. Die braaikuikens is in een groep in meerdekkige staankunsmoeders vir sewe dae aangehou, waartydens hulle 'n standaard braaikuikenaanvangsmeel ontvang het. Op sewe-dae-ouderdom is 15 kuikens in drie groepe van vyf elk ewekansig aan een van elk van 10 mikrogolf-behandelde sojaboongroepe en 8 droëhitte(stillugoond)-behandelde sojaboongroepe toegeken. Die kontrole het bestaan uit vyf groepe van vyf kuikens elk wat onbehandelde sojabone in die diët ontvang het.

Die samestelling van die toetsdiët word in Tabel 1 aangetoon. Elke behandelingskombinasie van sojabone het 300 kg/t beslaan van 'n braaikuikenaanvangsdiët wat saamgestel is volgens die spesifikasies van die NRC (1977). Die proefdiëte is *ad lib.* toegeken en waarnemings ten opsigte van voerinnome en massaverandering is oor 14 dae vir elke herhaling afsonderlik bepaal. Uit hierdie waardes is die doeltreffendheid van voer-verbruik ook bereken.

Die resultate is statisties ontleed met behulp van 'n eenrigting variansie-analise en Duncan se t-toets om verskille tussen die 19 behandelings (kontrole + 10

Tabel 1 Samestelling van die toets-dieet soos gebruik in die braaikuiken-groeitoets

	kg/t
Mieliemeel	560,0
Vismeele	93,0
Sonneblomoliekoek	24,3
Toetsmonster volvetsojabone	300,0
Monokalsiumfosfaat	7,8
Voerkalk	7,6
Sintetiese metionien	0,8
Sout	4,0
Vitamiën- & minerale voormengsel ^a	2,5
Berekende samestelling	
(g/kg tensy anders vermeld)	
ME (MJ/kg)	13,4
Ruproteïen	230,0
Ruvesel	36,4
Arginien	15,8
Lisien	13,2
Metionien	5,0
Triptofaan	2,8
Isoleusien	10,8
Kalsium	9,0
Totale fosfor	7,0

^a Elke 2,5 kg bevat: Vit A 10×10^6 IE; Vit D₃ 2×10^6 IE; Vit E 20000 IE; Vit B₁₂ 5,0 mg; Choliënchloried 250 g; Sinkbasitrasien 100 g; Arpocox 500 g; Mn 60 g; Zn 40 g; Cu 5 g; I 0,1 g; Fe 10 g; Se 0,1 g.

mikrogolf- + 8 droëhittebehandelings) te bepaal. Die resultate is ook grafies vergelyk teenoor tydskuur van behandeling en verandering in pH volgens die urease-indeks, sowel as teen FDNB-besikkbare lisien in geval van die mikrogolfbehandeling.

Resultate

Chemiese evaluasie

Samestelling van die volvetsojabone

'n Proteïeninhoud ($N \times 6,25$) van 38,6% is vir die volvetsojabone in hierdie studie verkry. Dit stem redelik ooreen met die waardes van die NRC (1977) en Gustafson *et al.*, (1971), maar is heelwat minder as die 43% soos verkry deur Ferrier & Lopez (1979).

Die eterekstrakwaarde in hierdie studie was 20,7% wat goed ooreenstem met die resultate van ander navorsers. Daarenteen verskil die veselwaarde van 2,7% van die waarde van 5,5% van die NRC (1977), maar is in ooreenstemming met die 2,5% van Ferrier & Lopez (1979).

Die aminosuurprofiel van die volvetsojabone in hierdie studie was binne die grense van die variasie soos aangedui deur die resultate van die NRC (1977), Dreyer (1974) sowel as Du Toit & Boyazoglu (1975), en die afleiding kan dus gemaak word dat die monsters wat

gebruik is, redelik verteenwoordigend is van volvetsojabone in die algemeen.

Urease-indeks

In Tabel 2 word die invloed van voginhoud van die volvetsojaboonmonsters en die tydskuur van onderwerping aan mikrogolfhitte op die pH-verandering, as aanduiding van urease-aktiwiteit, aangetoon.

Tabel 2 Invloed van mikrogolfbe-handeling en vogpersentasie op die aktiwiteit van die urease-ensiem, gemeet as verandering in pH

Tydskuur (min)	% Vog in monster		
	6,8	15,3	22,0
0	1,910	1,910	1,910
2	1,921	1,840	1,807
4	1,853	1,760	1,332
6	1,883	1,729	1,085
8	1,859	0,257	0,121
10	1,394	0,022	0,000
11	– ^a	0,037	0,060
12	1,625	0,026	–0,051
14	0,792	0,018	–0,035
16	–	0,061	–0,035
21	–	0,000	0,036
Algehele SFm ^b	0,042	0,026	0,018

^a Ontbrekende waardes dui verbrande monsters aan.

^b Standaardfout van monstergemiddeldes.

As die verandering van minder as 0,2 eenhede in pH as maatstaf van effektiewe behandeling aanvaar word (Hayward, 1975), dan is dit duidelik dat by 'n vogpersentasie van 6,8% en na behandeling vir 14 min, hierdie doelwit nie bereik is nie. Enige verlenging van die behandeling by hierdie vogwaarde het gelei tot verbranding van die sojabone. Daarenteen is die optimale behandelingstyd by 15,3% vog na ongeveer 11 min bereik en by 22,0% vog na ongeveer 8 min. 'n Minimum waarde wat relatief konstant bly, is met verdere behandeling bereik, wat waarskynlik 'n aanduiding is van die totale vernietiging van die urease-aktiwiteit.

Wisselvallige resultate is met die behandeling van sojabone deur middel van droë hitte in 'n stillugtoond verkry. Die kombinasie van vogtigheidsgraad, tydskuur van behandeling en temperatuur word met die urease-indeks in Tabel 3 opgesom.

By 'n voginhoud van 6,8% is die minimum verandering in pH van 0,2 eenhede by 150°C na 25 min nie bereik nie, terwyl dit by 175°C bereik is na 20 min, by 200°C na 17,5 min en by 225°C na 10 min.

Die hoër vogtigheidsgraad van 15,3% het die bereiking van die minimum verandering in pH vertraag. Die beste resultaat is eers verkry na 25 min van behandeling

Tabel 3 Invloed van temperatuur en tydsduur van droëhittebehandeling op die aktiwiteit van die urease-ensiem, gemeet as verandering in pH

% Vog in monster	Oondtemp. (°C)	Tydsduur van behandeling (min)								Algehele SFm ^a
		5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	
6,8	150	- ^b	-	-	-	1,606	1,939	1,860	1,310	0,104
	175	-	-	-	-	1,292	0,387	-0,033	-0,049	0,057
	200	-	-	-	1,763	0,889	-0,043	-0,056	-0,054	0,089
	225	1,873	-	-	-0,019	-0,030	-0,022	-0,047	-	0,043
15,3	150	2,001	1,969	-	1,965	-	-	-	1,705	0,113
	175	1,971	1,976	-	1,924	-	1,441	-	1,406	0,107
	200	2,000	1,957	-	1,506	0,921	0,709	0,558	-	0,093
	225	1,986	1,853	1,511	0,827	0,625	0,420	0,342	0,240	0,038
22,0	150	2,001	2,011	-	1,931	-	-	-	1,742	0,108
	175	2,013	1,981	-	1,945	-	1,629	-	1,586	0,115
	200	1,980	1,941	-	1,781	1,672	1,481	1,189	-	0,104
	225	1,961	1,872	1,725	0,865	1,027	0,989	0,869	-	0,099

^a Standaardfout van monstergemiddeldes.^b Ontbrekende waardes dui geen waarneming aan.

by 225°C, waar 'n verandering in pH van 0,24 eenhede verkry is, terwyl verdere behandeling gelei het tot 'n gedeeltelike verbranding van die sojabone. By 22,0% vog kon geeneen van die behandelings daarin slaag om die verandering in pH voldoende te verklein nie.

FDNB-beskikbare lisien

Die invloed van mikrogolfbehandeling op die beskikbaarheid van lisien gemeet as FDNB-beskikbare lisien word in Tabel 4 aangetoon. Die FDNB-toets is slegs uitgevoer op die sojaboonmonsters met 'n vogpersentasie van 22% en vergelyk met die verandering in pH volgens die urease-indeks.

Tabel 4 Invloed van mikrogolfbehandeling by 'n gemiddelde vogpersentasie van 22% op die FDNB-beskikbare lisienwaardes

Tydsduur (min)	Verandering in pH volgens urease-indeks	FDNB-beskikbare lisien (%)	Indeks van FDNB-waardes
0	1,910	2,05	100,0
2	1,807	2,04	99,5
4	1,332	2,12	103,5
6	1,085	2,26	110,2
8	0,121	- ^a	-
10	0,000	-	-
11	0,060	1,94	94,6
12	-0,051	-	-
14	-0,035	-	-
16	-0,035	1,78	86,8
21	0,036	1,54	75,1
Algehele SFm ^b		0,023	

^a Ontbrekende waardes dui geen waarneming aan.^b Standaardfout van monstergemiddeldes.

Die minimum verandering in pH van 0,2 eenhede volgens die urease-indeks is na 8-min behandeling bereik, soos reeds bespreek onder *Urease-indeks*. Dit stem nagenoeg ooreen met die maksimum beskikbare lisienwaardes. Dit wil voorkom asof die mikrogolfbehandeling die beskikbaarheid van lisien tot en met 6min-behandelingstyd verhoog het, waarna verdere behandeling die beskikbaarheid verlaag het tot so laag as 75% van die beskikbare lisien in onbehandelde sojabone.

Biologiese evaluasie

Die invloed van metode en tydsduur van behandeling van volvetsojabone op die prestasie van braaikuike word in Tabel 5 aangetoon, terwyl die verwantskap tussen massatoename en voeromset met pH-verandering volgens die urease-indeks in Figure 1 en 2 vir mikrogolfbehandelde en droëhitte-behandelde volvetsojabone onderskeidelik, grafies voorgestel word.

Die aanvangsmassas het statisties nie betekenisvol van mekaar by enige behandeling verskil nie. Die algehele gemiddelde aanvangsmassa per kuiken was $129 \pm 2,15$ g. Omdat aanvangsmassa nie verskil het nie, was massatoename direk vergelykbaar tussen behandelings. Daar was dan ook 'n statisties hoogs-betekenisvolle verbetering in massatoename oor die 14dae-toetsperiode vir tydsduur van behandeling sowel as metode van behandeling.

In die geval van mikrogolfbehandeling is die beste groei verkry met dié groep waarvan sojabone vir 11 min behandel is. Die massatoename van kuiken op die 12 min-behandeling het nie statisties betekenisvol van die 11 min-groep verskil nie, maar verdere behandeling het die massatoenames weer laat daal. Hierdie tydsduur van

Tabel 5 Invloed van metode en tydsduur van behandeling van volvetsojabone op die prestasie van braai-kuikens

Metode	Tydsduur (min)	Massa-toename (g)	Voer-inname (g)	Voeromset (g/g)
Kontrole	–	344 ^e	602	1,75 ^{ab}
Mikrogolf (vog = 22%)	2	339 ^e	628	1,85 ^a
	4	414 ^{bc}	640	1,55 ^{bc}
	6	430 ^{bc}	618	1,44 ^d
	8	425 ^{bc}	591	1,39 ^d
	10	447 ^{ab}	613	1,37 ^d
	11	468 ^a	646	1,38 ^d
	12	459 ^a	626	1,36 ^d
	14	447 ^{ab}	627	1,40 ^d
16	417 ^{bc}	624	1,50 ^{cd}	
21	437 ^b	643	1,47 ^{cd}	
Gemiddeld		428	626	1,46
Droë hitte (vog = 15,3%; temp. = 225°C)	5	404 ^c	620	1,53 ^{cd}
	10	382 ^{cd}	639	1,67 ^b
	12,5	368 ^{de}	640	1,74 ^{ab}
	15	384 ^{cd}	629	1,64 ^{bc}
	17,5	347 ^e	610	1,76 ^{ab}
	20	386 ^{cd}	609	1,58 ^c
	22,5	422 ^{bc}	645	1,53 ^{cd}
	25	418 ^{bc}	611	1,46 ^d
Gemiddeld		389	625	1,61
Algehele SA *		25,7	26,6	0,08

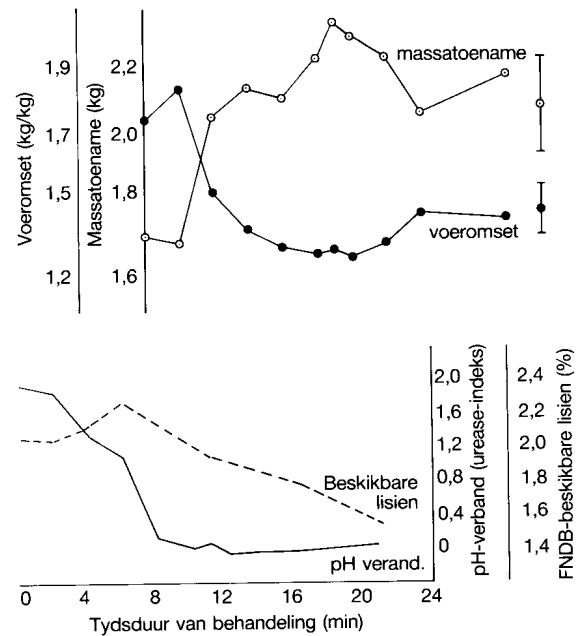
^{a-e} Waardes is bereken as gemiddeld per kuiken oor 14 dae. Gemiddeldes in dieselfde kolom met dieselfde boskrif verskil nie betekenisvol by die 5%-peil nie.

* SA = gemiddelde standaardafwyking.

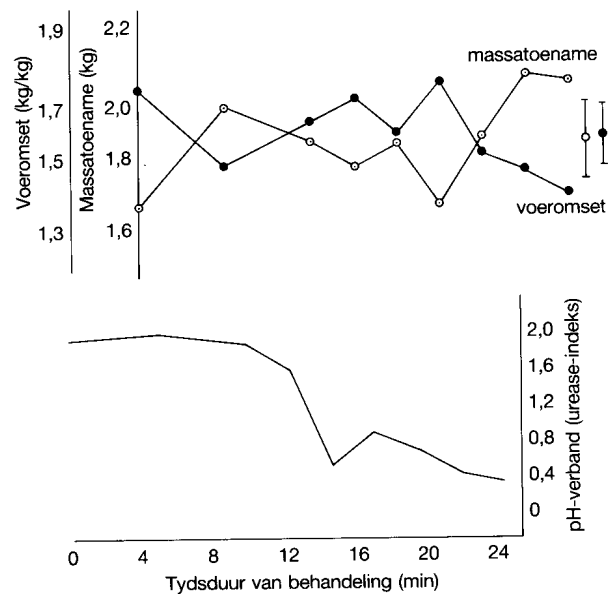
11 min stem egter nie presies ooreen met die pH-verandering van 0,2 eenhede vir effektiewe behandeling volgens die urease-indeks wat reeds by 8 min bereik is nie.

In die geval van die droëhittebehandeling is die beste groei verkry na 22,5min-blootstelling aan 225°C. Die urease-indeks in hierdie geval het 'n pH verandering van 0,342 eenhede aangetoon. Die prestasie van die 25min-groep was effens swakker, alhoewel nie statisties betekenisvol nie. Die pH-verandering van die 25min-groep was 0,24 eenhede wat naby die voorgestelde 0,2 eenhede was (Hayward, 1975).

Die groeiprestasie by die punt waar die urease-indeks 'n pH-verandering van 0,2 eenhede vir die twee hittebehandelingsmetodes aandui, was 425 g vir mikrogolfbehandeling (tydsduur 8 min) en 418 g vir droëhittebehandeling (tydsduur 25 min) wat nie statisties betekenisvol van mekaar verskil nie. In die geval van mikrogolfbehandeling is daar egter statisties-betekenisvolle beter prestasie verkry met addisionele behandeling wat nie alleenlik deur die urease-indeks vir effektiewe behandeling verklaar kon word nie. In die geval van droë hitte val die punt saam met die beste prestasie, alhoewel verdere behandelingstyd nie getoets is nie.



Figuur 1 Invloed van tydsduur van mikrogolfbehandeling op die groei en doeltreffendheid van voerverbruik van braai-kuikens en op die pH-verandering volgens urease-indeks, sowel as die FDNB-beskikbare lisien. (○; ● - Gemiddelde afwyking van die patroon van massatoename en voeromset onderskeidelik.)



Figuur 2 Invloed van tydsduur van droëhittebehandeling op die groei en doeltreffendheid van voerverbruik van braai-kuikens en op die pH-verandering volgens die urease-indeks. (○; ● - Gemiddelde afwyking van die patroon van massatoename en voeromset onderskeidelik.)

Die voerinnome van die braai-kuikens het nie statisties betekenisvol verskil tussen groepe binne 'n hittebehandelingsmetode of tussen hittebehandelingsmetodes nie. Die voerinnome van die kontrole het ook nie statisties betekenisvol van die res verskil nie (Tabel 5).

In die geval van mikrogolfbehandeling het daar 'n verbetering in doeltreffendheid van voerverbruik plaasgevind soos die behandelingstyd van 0—6 min toegenem het. Verdere, statisties nie-betekenisvolle verbetering, het plaasgevind met verlenging van behandeling tot 14 min waarna die doeltreffendheid van voerverbruik weer geneig het om te verswak. Ook hier is nie 'n noue verwantskap met die urease-indeks nie, maar in die breë stem die tydsduur van 6—14 min tog ooreen met die 8 min waar die pH-verandering minder as 0,2 eenhede word (Figuur 1). Die verswakking in massatoename en doeltreffendheid van voerverbruik vanaf 14 min is weer in die breë in ooreenstemming met die patroon van drasties-verlaagde lisienbeskikbaarheid, moontlik as gevolg van oorbehandeling volgens die FDNB-toets (Tabel 4 en Figuur 1).

Die doeltreffendheid van voerverbruik vir die groepe waarvan die sojabone met droë hitte behandel is, het verbeter met verlenging in behandelingstyd, maar die verbetering was eers statisties-betekenisvol beter as die kontrole by die 22,5- en 25min-behandelingstye. Oor die algemeen was die doeltreffendheid van voerverbruik swakker as met mikrogolfbehandeling, maar namate die behandelingstyd verleng is, het die verskil kleiner geword en die waarde by 25 min was soortgelyk aan die beter waardes van die mikrogolfbehandeling (Tabel 5 en Figuur 2).

Bespreking

Effektiwiteit van die urease-indeks en FDNB-toets

Indien die urease-indeks en die FDNB-toets as maatstawwe van die doeltreffendheid van behandeling aanvaar word, wil dit voorkom asof onderbehandeling sowel as oorbehandeling die voedingswaarde van volvetsojabone kan benadeel. Onderbehandeling word duidelik uitgewys deur 'n afwyking van meer as 0,05 tot 0,15 pH-eenhede (Gustafson *et al.*, 1971) of 0,2 pH-eenhede (Hayward, 1975) in die urease-indeksstoets, maar die metode toon nie oorbehandeling aan nie. Daarenteen is die meting van die FDNB-beskikbare lisienwaardes 'n maatstaf van beide onder- en oorbehandeling. Ofskoon dit die geval is, moet die afleiding nie gemaak word dat die FDNB-toets terselfdertyd 'n aanduiding gee van die aktiwiteit van die tripsieninhibeerders nie. Volgens Carpenter & Booth (1973) moet beskikbare lisien en tripsieninhibering onafhanklik gemeet word by die evaluasie van die optimale prosesseringsmetode van rou volvetsojabone.

In die geval van mikrogolfbehandeling het daar 'n styging en daarna 'n daling in die beskikbaarheid van lisien plaasgevind (Figuur 1). Die peil in beskikbaarheid het dan ook die bereiking van 'n maksimum afwyking in pH van 0,2 eenhede voorafgegaan, wat uit hierdie eksperiment die fyn balans tussen onderbehandeling en oorbehandeling beklemtoon. Dit is dus duidelik dat die urease-indeks en die FDNB-toets alleen nie voldoende is om optimale behandeling aan te dui nie en gevolglik is 'n biologiese toets, soos 'n kuikengroei-toets, waarskynlik aangewese vir finale bevestiging.

Verder wil dit nietemin voorkom dat die urease-indeks, te oordeel aan sy patroonassosiasie met die prestasie van braaikuikens (Figure 1 en 2) en die norm van minder as 0,2 pH-eenhede afwyking soos voorgestel deur Hayward (1975), tog 'n bruikbare toets is. Die metode is eenvoudig en relatief vinnig wat belangrik is vir kommersialisering waar groot hoeveelhede sade behandel moet word. In die VSA word hierdie metode trouens reeds gebruik as standaardtoets vir kommersiële sojaboonmeel (Hayward, 1975).

Skynbaar verdwyn die skadelike effekte van tripsieninhibering grootliks by sowat 50% vernietiging van die aktiwiteit (Anderson *et al.*, 1979), maar omdat proteïenverteerbaarheid met verdere behandeling tot 80% vernietiging steeds verbeter, kan die maksimum massatoename en proteïendoeltreffendheidsverhouding by rotte eers na hierdie punt te wagte wees (Liener, 1978). In hierdie studie is die beste prestasie met braaikuikens verkry na ongeveer 8min-behandeling van sojabone in die mikrogolfoond. Dit impliseer 'n daling van sowat 84% in pH-verandering volgens die urease-indeks, wat die waarneming van Gustafson *et al.* (1971) dat urease-aktiwiteit gebruik kan word as 'n redelik betroubare aanduiding van behoorlik geprosesseerde sojabone, verder onderstreep.

In teenstelling met die urease-indeks, het die FDNB-toets min ooreenstemming met die patroon van braaikuikenprestasie geopenbaar (Figuur 1). Die verbetering in beskikbare lisien met mikrogolfbehandeling tot 6 min, het min gerealiseer in verbeterde prestasie. Verder het prestasie nie verswak toe die beskikbare lisien matig verlaag het met verdere behandeling tot 14 min nie, en dit is eers nadat die beskikbare lisien met meer as 10% verlaag is, dat braaikuikenprestasie merkbaar afgeneem het. In die braaikuikendiëte het volvetsojabone 30% van die totale dieet uitgemaak (Tabel 1). In terme van totale lisien was die bydrae hiervan sowat 57%, wat meer is as wat in normale kommersiële diëte sou wees, bloot omdat dit onwaarskynlik is dat volvetsojabone teen so 'n hoë persentasie ingesluit sal word. Die afleiding kan dus gemaak word dat die reaksie van braaikuikens op verhoogde of verlaagde beskikbaarheid van lisien in sojabone, onder normale omstandighede, selfs minder sal wees. Aan die ander kant is dit so dat lisien nie beperkend was in die diëte nie, aangesien 13,2 g/kg (Tabel 1) ingesluit is wat relatief hoog is vir 'n aanvangsdiëet. Gevolglik kon die groei-toets ietwat onsensitief vir 'n verlaging in beskikbare lisien wees.

Die gevolgtrekking is nietemin gemaak dat die FDNB-toets min waarde het as 'n norm van verwagte prestasie, maar slegs as 'n maatstaf van onder- of oorbehandeling aangewend kan word. Dit is in ooreenstemming met die uitspraak van Carpenter & Booth (1973) dat die FDNB-toets nie gebruik kan word as aanduiding van die aktiwiteit van die tripsieninhibeerders nie. Verlaging van hierdie aktiwiteit was in dié studie duidelik die vernaamste faktor ter bevordering van verbeterde braaikuikenprestasie.

Vogtigheidsgraad, temperatuur en tydsduur van behandeling

Volgens die urease-indeks wil dit voorkom asof 'n optimale behandelingsmetode vir bykans elke tipe behandelingsproses, vogtigheidsgraad, temperatuur en tydsduur van behandeling bestaan (Tabelle 2 en 3). In die algemeen het 'n verhoging in die vogtigheidsgraad by die droëhittebehandeling die tydsduur van behandeling wat nodig is vir die doeltreffende verlaging in pH-verandering vertraag. Byvoorbeeld, 'n temperatuur van 225°C vir 25 min by die hoër vogtigheidsgrade was selfs nie lank genoeg om die tripsieninhibeerders doeltreffend te vernietig nie. By die mikrogolfbehandeling daarenteen, het vogbyvoeging die reaksie en die uniformiteit in behandeling verbeter en verbranding het nie so maklik plaasgevind nie. Gevolglik skyn dit wenslik te wees om die vogtigheidsgraad ten minste bokant die minimum van 6,8%, soos gebruik in hierdie studie, te verhoog.

'n Vergelyking met resultate uit die literatuur is uiteraard moeilik omdat enige kombinasie van vogtigheidsgraad, temperatuur en tydsduur van behandeling 'n ander behandelingsoptimum sal gee as enige ander kombinasie. Die tipe oond byvoorbeeld by mikrogolfbehandeling maak ook 'n verskil (Gustafson *et al.*, 1971).

In die geval van mikrogolfbehandeling is vergelykbare resultate wel met die waardes van Gustafson *et al.* (1971) verkry. Hulle het naamlik die beste groeieresultaat na 16 min van behandeling by 'n vogtigheidsgraad van 15,3% verkry in vergelyking met na 8 min by 22% in hierdie studie. 'n Groeitoets is nie by 15,3% vog uitgevoer nie, maar die pH-verandering volgens die urease-indeks het 'n minimum waarde tussen 12 en 16 min bereik, wat 'n aanduiding is dat die beste prestasie van braaikuikens waarskynlik in hierdie tydsorde sou lê.

Die droëhittebehandelings was nie besonder suksesvol by die hoër vogtigheidsgrade nie. Die aanduiding is dat die oondtemperatuur te laag was (Tabel 3), want in 'n studie deur Simovic *et al.* (1972) is suksesvolle behandeling, soos gemeet deur optimum groeiprestasie van braaikuikens, wel by 'n vogtigheidsgraad van 18,2% en behandelingsstye van tussen 3 min by 204°C en 1 min by 316°C verkry. Verbranding is egter 'n groot probleem by die droëhittebehandelingsmetode, want in die studie van Arnold *et al.* (1971) het die bone reeds na 3 min-behandeling by 245°C (12,5% vog) verbrand, in die studie van Simovic *et al.* (1972) na slegs 30 s by 357°C (18,2% vog) en in hierdie studie variërend by die hoër temperatuur afhangende van die vogtigheidsgraad.

Na aanleiding van die variërende resultate ten opsigte van temperatuur en vogtigheidsgraad, blyk dit belangrik te wees dat die binne-temperatuur van die boon bekend moet wees. Dit behoort 'n noue korrelasie met die suksesvolheid van behandeling te toon. Toekomstige werk behoort hieraan aandag te gee.

Mikrogolfbehandeling vs droëhittebehandeling

'n Vergelyking is nie heeltemal geregverdig nie, ener syds omdat behandelingskondisies soveel kombinasies kan aanneem en andersyds omdat die minimum pH-

verandering van minder as 0,2 eenhede volgens die urease-indeks, slegs in een enkele geval met die groeitoets in geval van droëhittebehandeling benader is (15,3% vog, 225°C, 15 min). By hierdie punt egter is massatoenames en doeltreffendhede van voerverbruik van dieselfde orde gerealiseer as in die geval van mikrogolfbehandeling by optimum behandeling (Tabel 5). Die afleiding wat dus gemaak kan word is dat die droëhittebehandeling potensieel net so effektief kan wees met tripsieninhibering soos weerspieël in die urease-indeksondersoek (Tabel 3), en net so effektief kan wees in bevordering van maksimum groeiprestasie by braaikuikens, mits die regte kombinasies van vogtigheidsgraad, oondtemperatuur en tydsduur van behandeling verkry kan word.

'n Nadeel van die droëhittebehandeling is die sensitiviteit vir verbranding, selfs lank voor effektiewe behandeling bereik is. In dié verband het die mikrogolfmetode 'n besliste voordeel en sou hierdie metode meer gemaklik toepassing vind tydens roetine analyses.

Redes vir beter benutting van volvetsojabone na hittebehandeling

Van die redes is reeds aangedui in die Inleiding.

Tripsieninhibering veroorsaak hipertrofie van die pankreas (Liener, 1978; Anderson *et al.*, 1979). Die hipertrofie gaan gepaard met 'n oormatige afskeiding van endogene proteïene deur die pankreas. Omdat hierdie proteïene, wat hoofsaaklik bestaan uit ensieme van die pankreas, ryk is aan sistien, vind daar 'n netto verlies van swaelbevattende aminosure uit die liggaam plaas. Dit veroorsaak 'n verhoogde behoefte aan metionien wat natuurlik in lae konsentrasies in sojabone voorkom.

Opheffing van die aktiwiteit van die tripsieninhibeerders het andersyds die voordeel dat die proteïenverteerbaarheid verhoog (Anderson *et al.*, 1979), die beskikbaarheid van aminosure soos lisien en sistien verbeter (Ivy *et al.*, 1971) mits die hittebehandeling nie oordadig is nie (Liener, 1978; Anderson *et al.*, 1979), en die ME-waarde verbeter (Wiseman, 1984).

Dit sou uiteraard verwag kon word dat die hoë olie-inhoud van volvetsojabone 'n hoë energiewaarde sou veroorsaak. Daar is egter gevind dat die olie in rouvorm 'n swak verteerbaarheid (Arnold *et al.*, 1971) sowel as 'n swak absorbeerbaarheid (Simovic *et al.*, 1972) toon. Dit verlaag derhalwe die metaboliseerbare energiewaarde daarvan. Hierdie verlaagde energiewaarde kan soms drasties verbeter met hittebehandeling en metode van behandeling.

In 'n oorsig deur Wiseman (1984) is die invloed van metode van behandeling van volvetsojabone op die energiewaarde daarvan bespreek. Die skynbare ME-waarde het gewissel van 17,9 MJ/kg vir nat deurdrukking ('wet extrusion'); 17,2 MJ/kg vir droë deurdrukking ('dry extrusion'); 15,6 MJ/kg vir geroosterde bone; 15,4 MJ/kg vir mikronisering en 14,7 MJ/kg vir 'Jet Sploded' volvetsojabone, gemeet teen 'n kontrole van 13,5 MJ/kg vir die onderbehandelde produk. Dit

verteenwoordig 'n verbetering met behandeling van 9—33% in ME-waarde.

'n Verklaring vir hierdie groot verskille moet gesoek word in die graad van beskadiging wat op die selle van die sojabone tydens behandeling toegepas word (Wiseman, 1984). Daardeur word 'n groter hoeveelheid olie vir vertering en absorpsie deur die dier vrygestel. 'n Soortgelyke waarneming is ook vroeër deur Renner & Hill (1960) gemaak, toe hulle die invloed van hittebehandeling teen verskillende tydsduurtes ondersoek het. In hulle studie het die tydsduur van behandeling wat die beste groei by kuikens veroorsaak het, ook die hoogste ME-waarde gelever, en die verskil in energiewaardes kon toegeskryf word aan die verskil in absorbeerbaarheid van die olie in die volvetsojabone.

Summary

Microwave treatment of full-fat soy beans was studied on the basis of duration of treatment and moisture content of samples as variables. Microwave treatment was also compared to heat treatment in an ordinary household oven where variables were duration of treatment, moisture content of samples and oven temperature. In addition, the value of the simple urease index and the FDNB test for available lysine as routine tests has been evaluated in a growth trial with broilers.

With the urease index the assumption is that all trypsin and other proteolytic inhibitors are destroyed when the pH change indicating urease activity, becomes less than 0,2 units (Hayward, 1975). In the case of microwave treatment the minimum value of 0,2 units was not achieved irrespective of duration of treatment with soy-bean samples containing 6,8% moisture. With 15,2% moisture the minimum value was obtained after 11 min of treatment and with 22,0% moisture after 8 min of treatment. Results with the ordinary household oven, on the other hand, were more variable. With a moisture content of 6,8%, the minimum value was not achieved with an oven temperature of 150°C. It was, however, achieved after 20 min at 175°C, after 17,5 min at 200°C and also at 225°C after 10 min. The higher moisture contents tended to delay realization of less than 0,2 units in pH change. At a moisture content of 15,3% less than 0,2 units were obtained only after 25 min treatment and with 22,0% moisture the minimum value was never realized.

The FDNB test for available lysine was done only on microwave samples containing 22,0% moisture. Treatment up to 6 or 8 min increased available lysine with 10% whilst further treatment decreased available lysine progressively until 75% of the original value at 21 min.

In the growth test with broilers, diets containing 300 g/kg full-fat soy meal were compiled. With microwave treatment the soy beans contained 22,0% moisture and were treated for 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16 and 21 min respectively. With the ordinary household oven soy-bean moisture content was 15,3% and duration of treatment was 5, 10, 12,5, 15, 20, 22,5, and 25 min respectively. Performance of broilers in these experimental groups was compared with performance of broilers on a

control diet where the soy beans were untreated. Gain in broiler mass reached a maximum on diets containing soy meal treated for 10—14 min in the microwave oven, whilst the best feed conversion ratio was realized following 8—12 min of treatment. This performance was satisfactorily associated with the pattern of pH change according to the urease index. In the case of treatment in the ordinary household oven maximum gain and the best feed conversion ratio were obtained with soy beans treated for 22,5—25 min which again was satisfactorily associated with the stage when the pH change in the urease index approached 0,2 units.

In contrast, the pattern of change of FDNB available lysine was not closely associated with the performance of the broilers. Consequently, it was concluded that the FDNB test is only suitable as a routine test to estimate under- or over-treatment, whilst the urease index may be an effective tool to indicate the point of adequate treatment. It was further concluded that microwave treatment would be more satisfactory for commercial application than dry heat treatment in ordinary household-type ovens.

Verwysings

- ANDERSON, R.L., RACKIS, J.J. & TALLENT, W.H., 1979. Biologically active substances in soy products. In: Soy protein and human nutrition. Academic Press, New York.
- AOAC, 1975. Official methods of analysis (12th edn.). Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
- AOCS, 1973. Method for the determination of urease activity. AOCS Official Method.
- ARNOLD, J.B., SUMMERS, J.D. & BILANSKI, W.K., 1971. Nutritional value of heat treated whole soy beans. *Can. J. Anim. Sci.* 51, 57.
- BOOTH, V.H., 1971. Problems in the determination of FDNB-available lysine. *J. Sci. Fd. Agric.* 22, 658.
- BORCHERS, R., ACKERSON, C.W. & MUSSEHL, E.E., 1948. Trypsin inhibitor. III. Determination and heat destruction of the trypsin inhibitor of soy beans. *Arch. Biochem.* 12, 367.
- CARPENTER, K.J., 1960. The estimation of the available lysine in animal-protein foods. *Biochem. J.* 77, 604.
- CARPENTER, K.J. & BOOTH, V.H., 1973. Damage to lysine in food processing: Its measurement and its significance. *Nutr. Abstr. and Rev.* 43, 423.
- DREYER, C.J., 1974. Die voedingswaarde van sojabone (*Soja Max Piper*) vir kleinvee. MSc(Agric)-tesis, Universiteit van Pretoria.
- DU TOIT, U. DE V., & BOYAZOGLU, P.A., 1975. Amino acid composition of some South African feedstuffs. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 5, 1.
- EKERMANS, L.G., 1984. Die potensiele bydrae van verwerkte plantaardige proteïenbronne tot toekomstige aminosuurvoorsiening vir veevoer. DSc(Agric)-proefskrif, Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria.
- FERRIER, L.K. & LOPEZ, M.J., 1979. Preparation of full-fat soy flour by conditioned heating and grinding. *J. Food Sci.* 44, 1017.

- GUSTAFSON, M.A. (jr.), FLEGAL, C.J. & SCHAIBLE, P.J., 1971. The effects of microwave heating on the properties of raw unextracted soy beans for utilization by the chick. *Poult. Sci.* 60, 358.
- HAM, W.E. & SANDSTEDT, R.M., 1944. A proteolytic inhibiting substance in the extract of unheated soy-bean meal. *J. Boil. Chem.* 154, 505.
- HAYWARD, J.W., 1975. Precision processing of soy-bean meal. *Feedstuffs* Apr. 28, 62.
- IVY, C.D., BRAGG, D.B. & STEPHENSON, E.L., 1971. The availability of amino acids from soy-bean meal for the growing chicken. *Poult. Sci.* 50, 408.
- LAWRENCE, T.L.J., 1978. Effects of micronization on the digestibility of whole soy beans and rapeseeds for the growing pig. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 3, 179.
- LIENER, I.E., 1978. Nutritional value of food protein products. In: Soy beans: chemistry & technology, Vol. 1. AVI, Westport.
- NRC, 1977. The National Research Council. No. 1. Nutrient requirements of poultry (7th edn.). National Academy Sci., Washington, 1977.
- RENNER, R., CLANDINUM, D.R. & ROBBLEE, A.R., 1953. Action of moisture on damage done during overheating of soy-bean oil meal. *Poult. Sci.* 32, 583.
- RENNER, R. & HILL, F.W., 1960. Studies of the effect of heat treatment on the ME values of soy beans and extracted soy-bean flakes for the chick. *J. Nutr.* 70, 219.
- RUNNELS, T.D., MALONE, G.W. & WUTAH, J.G., 1978. Microwave-heated soy beans as an ingredient in broiler diets (Abstract). *Poult. Sci.* 57, 1158.
- SIMOVIC, R., SUMMERS, J.D. & BILANSKI, W.K., 1972. Heat treatment of full-fat soy beans. *Can J. Anim. Sci.* 52, 183.
- SMITH, K.J., 1977. Soy-bean meal : production, composition and utilization. *Feedstuffs* Jan. 17, 22.
- VAN DER AAR, P.J., BERGER, L.L., FAHEY, G.C. (jr.) & LAERCH, S.L., 1983. Effects of alcohol treatments on utilization of soy-bean meal by lambs and chicks. *J. Anim. Sci.* 57, 511.
- WISEMAN, J., 1984. Full-fat soy: development in non-ruminant nutrition. *Feed International* 5, 14.