

Short Communications / Kort Mededelings**Vrygossipolinhoud van die saad van Suid-Afrikaanse katoenkultivars wat in verskillende omgewings verbou word**

W.A. Smith*

Departement Veekunde, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch 7600, Republiek van Suid-Afrika

L.P. Vosloo

Posbus 6047, Uniedal, Stellenbosch 7612, Republiek van Suid-Afrika

* Aan wie korrespondensie gerig moet word.

Ontvang 5 Desember 1988; aanvaar 26 Februarie 1990.

Free-gossypol content of the seed of South African cotton cultivars cultivated in different regions. Representative seed samples of the 10 most important cotton cultivars, each cultivated in the 10 most important production localities in the Republic of South Africa, were collected during the harvesting season of 1986 and analysed in duplicate for free-gossypol content. The free gossypol was extracted with an aqueous acetone solution and determined spectrophotometrically at a wavelength of 440 nm. Because highly significant cultivar \times locality interactions were found, one-way analyses of variance were carried out to test separately for differences between cultivars and localities. Although the average free-gossypol content differed highly significantly ($P < 0,01$) between cultivars and between localities, the most important result was probably the high average free-gossypol content of all 10 cultivars on all 10 production localities, viz. 0,64% (DM), which is higher than the average free gossypol in whole cottonseed reported in the literature. The high free-gossypol content of the seed of tested South African cotton cultivars should be taken into account where cottonseed is included in diets for ruminants, especially dairy cows.

Verteenwoordigende saadmonsters van die 10 belangrikste katoenkultivars wat elk op die 10 belangrikste produksielokaliteite in die Republiek van Suid-Afrika verbou is, is gedurende die oesseisoen van 1986 versamel en in duplikaat vir vry gossipol ontleed. Die vry gossipol is met 'n waterige asetonoplossing geëkstraheer en is spektrofotometries by 'n golflengte van 440 nm bepaal. Omdat hoogs-betekenisvolle kultivar \times lokaliteit-interaksies verkry is, is eenrigtingvariansie-analises uitgevoer om verskille tussen kultivars en tussen lokaliteite afsonderlik te toets. Hoewel die gemiddelde persentasie vry gossipol tussen kultivars asook tussen lokaliteite hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verskil het, was die belangrikste resultaat waarskynlik die hoë gemiddelde vrygossipolinhoud van al 10 katoenkultivars op al 10 verbouingslokaliteite, naamlik 0,64% (DM), wat ongeveer 0,45 persent-eenhede hoër is as die gemiddelde vrygossipolinhoud van heel katoensaad wat in die literatuur aangegee word. Hierdie besonder hoë vrygossipolinhoud van saad van al die Suid-Afrikaanse katoenkultivars moet in ag geneem word indien katoensaad in die dieet van herkouers, veral koeie, ingesluit word.

Keywords: Dairy cows, free-gossypol content, whole cottonseed.

Heel katoensaad is 'n grondstof met 'n hoë energie-inhoud (96% totale verteerbare voedingstowwe op 'n droë basis). Dit bevat ook 'n hoë ruproteïen-, hoë vesel- en hoë vetinhoud (25%, 17,2% en 23,8% onderskeidelik) (National Research Council, 1989) en hou groot moontlikhede in vir gebruik in

rantsoene vir herkouers. Weens die besondere voedingsamestelling daarvan word dit reeds vir baie jare in die VSA in voeding van melkbeeste gebruik (De Peters, Taylor, Franke & Aquirre, 1985; Coppock, Lanham & Horner, 1987). Daar is ook met minstekoste-formulering van melkbeesrantsoene getoon dat heel katoensaad in diëte van hoogproduserende koeie onder sekere omstandighede tot tweemaal die prys daarvan werd kan wees. Dit beteken dat, minstens vir ekonomiese redes, katoensaad teen maksimum hoeveelhede in dié rantsoene ingesluit behoort te word (Coppock, West, Moya, Nave, La Bore, Thompson, Rowe & Gates, 1985). 'n Moontlike voedingsprobleem is egter gossipolvergiftiging. Volgens Chubb (1982) hou die insluiting van hoë peile katoensaad wat 0,19 g vry gossipol per 100 g DM bevat, moontlikhede van vergiftiging vir herkouers in.

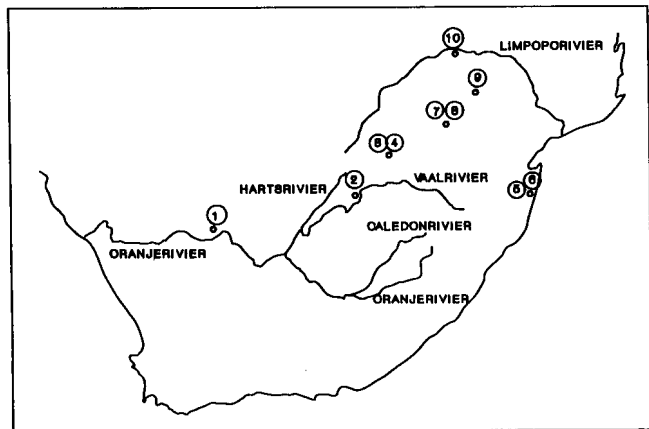
Withers & Carruth (1915; 1918) het getoon dat die giftige eienskap van katoensaad toegeskryf kan word aan die teenwoordigheid van 'n fenoliese bestanddeel, gossipol, wat eerste deur Marchlewski in 1899 geïsoleer is. Gossipol is 'n 1,1'; 6,6'; 7,7'-heksahidroksi-5,5'-diisopropiel-3,3'-dimetiel(2,2'-binaftaleen)-8,8'-dikarboksialdehid (Berardi & Goldblatt, 1969). Vry gossipol is die gossipol wat uit gemaalde katoensaad geëkstraheer kan word met waterige aseton (70% asetonoplossing) en totale gossipol word verkry deur die katoensaad met suur of ander oplosmiddels te verteer ten einde al die gossipol vry te stel (Smith, 1958). Gebonde gossipol word gewoonlik beraam as die verskil tussen totale en vry gossipol.

Volgens die 'Food & Drug Association' (FDA) in die VSA mag proteïenprodukte wat vir menslike gebruik van katoensaad geproduseer word, nie meer as 0,045% vry gossipol bevat nie (Jones, 1978). Die maksimum vrygossipolinhoud van diëte vir braaikuikens, lêhenne en varke is onderskeidelik 60, 120 en 100 mg/kg (Chubb, 1982). Coppock *et al.* (1985) het gerapporteer dat wanneer 'n dieet wat 30% heel katoensaad bevat aan melkkoeie gevoer is, hul asemhalings-tempo en droëmateriaalinname afgeneem het. Lindsey, Hawkins & Guthrie (1980) het ook gevind dat melkkoeie wat daaglik gemiddeld 24,2 g vry gossipol inneem, se droëmateriaalinname gedaal het en dat die hemoglobieninhoud van hul bloed laer, en die *in vitro*-rooibloedselbreekbaarheid hoër as dié van kontrole-diere was. Dit blyk dus dat die kapasiteit van die rumen om vry gossipol te ontgiftig, beperk is.

Ten einde te voorkom dat 'n oormaat vry gossipol in die herkouerdiëte ingesluit word, is dit belangrik om kennis te dra van die vrygossipolinhoud van heel katoensaad in 'n spesifieke omgewing. Die doel van hierdie studie was om vas te stel wat die persentasie vry gossipol in die saad van verskillende katoenkultivars is wat in die Republiek van Suid-Afrika verbou word, en of dit beïnvloed word deur die verskillende omgewings waarin dit verbou word.

Verteenwoordigende saadmonsters van die 10 belangrikste katoenkultivars wat elk op die 10 belangrikste produksielokaliteite in Suid-Afrika verbou is, is gedurende die oesseisoen van 1986 versamel, waarna dit in duplikaat vir vry gossipol ontleed is. Die keuse van die kultivars en lokaliteite, om verteenwoordigend te wees van Suid-Afrikaanse katoensaad, was gebaseer op saadverkope en katoenproduksie volgens persoonlike mededelings (I. Greef & G. Vink, 1986, Nasionale Instituut vir Tabak en Katoen, Rustenburg).

Die geografiese ligging van die lokaliteite waarvandaan saad verkry is, word in Figuur 1 aangetoon. Saad van die volgende kultivars is gedurende 1986 vanaf elke gekose lokaliteit verkry: Acala 1517/70, Selati, OR3, Gamma, Lido, Deltapine, Rebel, Deon, Tetra, en Ina.



Lokalteite:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Upington | 6. Makatini Besproeiing B |
| 2. Vaalharts | 7. Loskop Besproeiing |
| 3. NITK,* Kroondal Droëland | 8. Oudestadt (Groblersdal) |
| 4. NITK, Kroondal Besproeiing | 9. Letsitele |
| 5. Makatini Besproeiing A | 10. Weipie |

* NITK – Navorsingsinstituut vir Tabak en Katoen, Rustenburg

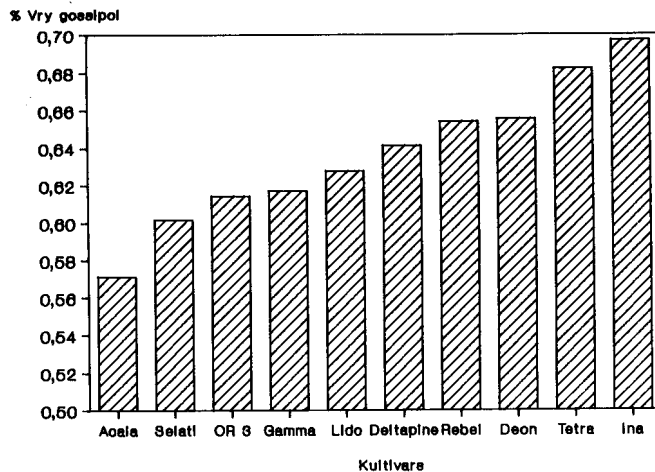
Figuur 1 Die geografiese ligging van die 10 belangrikste lokaliteite waar katoen in die RSA verbou word.

Vry gossipol is met 'n waterige asetonoplossing geëkstraheer en spektrofotometries by 'n golflengte van 440 nm bepaal volgens die AOCS-metode soos aangehaal deur Anonim (1973). Die enigste afwyking vanaf die AOCS-standaardmetode was dat heel pitte met doppe gebruik is en nie ont-doppte pitte soos deur hul voorgeskryf is nie.

Hoogs-betekenisvolle kultivar × lokaliteit-interaksies is verkry, en daarom is eenrigtingvariëansie-analises uitgevoer om verskille tussen kultivars en tussen lokaliteite afsonderlik te toets. Verskille tussen gemiddeldes is met behulp van die D-toets van Tukey bepaal (Snedecor & Cochran, 1967).

Die gemiddelde persentasie vry gossipol in die saad van die 10 katoenkultivars word in Figuur 2 aangetoon. Die saad van Acala 1517/70 het hoogs-betekenisvol ($P < 0,01$) minder vry gossipol as dié van Ina, Tetra, Deon en Rebel gehad, en betekenisvol ($P < 0,05$) minder as dié van Deltapine. Selati het hoogs-betekenisvol ($P < 0,01$) minder vry gossipol as Ina en Tetra gehad. OR3 en Gamma het hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) minder, en Lido betekenisvol ($P < 0,05$) minder vry gossipol as Ina gehad.

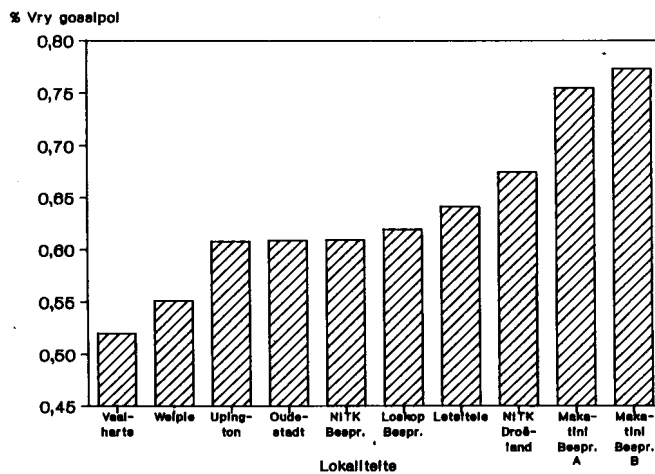
Afgesien van die relatiewe klein maar betekenisvolle verskille tussen Suid-Afrikaanse katoenkultivars, is die belangrikste resultaat waarskynlik die relatiewe hoë gemiddelde persentasie vry gossipol van sade van al 10 die katoenkultivars wat ontleed is, naamlik 0,64%. Dit is hoër as die gemiddelde van 0,19% vry gossipol in heel katoensaad soos aangehaal deur Chubb (1982) en die gemiddeldes van 0,38



Figuur 2 Die gemiddelde persentasie vry gossipol in die saad van 10 verskillende katoenkultivars wat gedurende 1986 in verskillende streke van die RSA verbou is (DM-basis).

en 0,49% soos aangehaal deur Coppock *et al.* (1985). Met 'n inname van die algemeen-aangebore boeveelheid heel katoensaad per dag (3 kg per melkkoei), sal dit 'n daaglikse inname van 19,08 g vry gossipol tot gevolg hê. So 'n hoë inname van vry gossipol mag gevaarlik wees, gesien in die lig van die resultate van Lindsey *et al.* (1980). Hulle het gevind dat 'n inname van 24,2 g vry gossipol per melkkoei per dag oor 'n periode van 14 weke, gelei het tot 'n verminderde droëmateriaalinname asook 'n verlaagde hemoglobieninhoud en verhoogde *in vitro*-rooibloedselbreekbaarheid. Daar is vry gossipol in die weefsel van die koeikarkasse gevind wat daarop gedui het dat die gossipolontgiftigingsmeganisme van die rumen beperk mag wees en dat gossipol-vergiftiging van volwasse herkouers moontlik is wanneer groot hoeveelhede katoensaad met 'n hoë persentasie vry gossipol ingeneem word.

Die gemiddelde persentasie vry gossipol in saad van 10 verskillende katoenkultivars wat elk gedurende 1986 in die 10 belangrikste lokaliteite verbou is, word in Figuur 3 aangetoon. Die gemiddelde vrygossipolinhoud van katoensaad



Figuur 3 Die gemiddelde persentasie vry gossipol in katoensaad wat gedurende 1986 in 10 verskillende lokaliteite in die RSA verbou is (DM-basis).

wat gedurende 1986 op Vaalharts verbou is, was hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) minder as dié van die saad van dieselfde kultivars wat op al die ander verbouingslokaliteite, behalwe Weipie, verbou is. Net so was die gemiddelde vrygossipolinhoud van katoensaad wat op Weipie verbou is, hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) minder as dié van die saad van dieselfde kultivars wat op al die ander verbouingslokaliteite, met uitsondering van Vaalharts, verbou is. Katoensaad wat op Upington, Oudestadt, NITK-besproeiingsgebied en Loskopbesproeiingsgebied geproduseer is, het hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) minder vry gossipol gehad as dié wat in die Makatinibesproeiingsgebiede A en B en op droë lande in die NITK-gebied geproduseer is, terwyl dié wat op Letsitele en op droë lande in die NITK-gebied geproduseer is, hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) minder vry gossipol bevat het as dié wat onder besproeiing in die Makatini A- en Makatini B-gebiede geproduseer is.

Volgens Pons, Hoffpauir & Hopper (1953) is totale gossipolinhoud negatief gekorreleer met omgewingstemperatuur en positief gekorreleer met die reënval van die omgewing. In 'n afsonderlike ondersoek (ongepubliseer) is geen ooreenstemmende korrelasies ten opsigte van die huidige studiemateriaal gevind nie, waarskynlik as gevolg van die relatief klein minimum-maksimum-temperatuurvariasies in die verskillende verbouingslokaliteite en omdat verbouing hoofsaaklik onder besproeiing plaasgevind het.

Die resultate in Tabel 1 word verstrekk om die interaksie tussen vrygossipolinhoud en omgewing aan te toon. Die kultivar Lido het byvoorbeeld in Vaalharts die laagste vrygossipolinhoud gehad terwyl dit in die Makatini B-gebied die hoogste vrygossipolinhoud gehad het. Pons *et al.* (1953) het gevind dat die totale gossipolinhoud van oonddroë heel katoensaad van 8 verskillende kultivars wat in 13 verskillende lokaliteite verbou is, vanaf 0,39 tot 1,70% gevarieer het, en het tot die gevolgtrekking gekom dat beide kultivar en omgewing die gossipolinhoud van die katoensaad beïnvloed het.

Saad van al die Suid-Afrikaanse katoenkultivars vanaf alle verbouingslokaliteite wat in hierdie studie ontleed is, het 'n hoë gemiddelde vrygossipolinhoud van 0,64% (DM-basis) gehad, soos gemeet aan die gemiddeldes wat in die literatuur vir buitelandse kultivars aangegee word. Hierdie hoë vrygossipolinhoud moet in ag geneem word wanneer rantsoene wat heel katoensaad bevat vir herkouers, veral koeie, saamgestel word.

Dit blyk dat Makatini die verbouingslokaliteit is waar katoensaad met die hoogste vrygossipolinhoud geproduseer word, terwyl Vaalharts en Weipie katoensaad met die laagste vrygossipolinhoud lewer. Dit is egter onbekend of hierdie bevinding moontlik deur seisoene beïnvloed sal word.

Tabel 1 Gemiddelde vrygossipolinhoud van katoensaad van die 10 belangrikste katoenkultivars vanaf die 10 belangrikste verbouingslokaliteite in die RSA. Die kultivargemiddelde vanaf elke lokaliteit, d.w.s. elke selgemiddelde, sowel as lokaliteit- en kultivargemiddeldes is beraam

Lokaliteit	Kultivar										\bar{x} $\pm SF$
	Acala 1517/70	Selati	OR3	Gamma	Lido	Delta- pine	Rebel	Deon	Tetra	Ina	
Vaalharts	0,47	0,57	0,52	0,44	0,34	0,46	0,55	0,48	0,64	0,74	0,52
	6	18	10	4	1	5	15	9	55	86	$\pm 0,0354$
Weipie	0,42	0,57	0,55	0,52	0,44	0,55	0,68	0,60	0,60	0,60	0,55
	2	19	13	11	3	14	68	38	32	43	$\pm 0,0246$
Upington	0,48	0,60	0,47	0,55	0,71	0,55	0,60	0,65	0,67	0,81	0,61
	8	39	7	12	79	16	34	58	65	94	$\pm 0,0332$
Oudestadt	0,57	0,60	0,57	0,59	0,62	0,60	0,67	0,62	0,68	0,58	0,61
	20	33	21	29	51	44	63	50	71	28	$\pm 0,0122$
NITK	0,59	0,57	0,60	0,66	0,63	0,58	0,58	0,70	0,58	0,62	0,61
Besproeiing	30	22	46	60	53	27	26	75	25	48	$\pm 0,0133$
Loskop	0,68	0,60	0,60	0,56	0,60	0,68	0,57	0,60	0,67	0,64	0,62
Besproeiing	70	37	35	17	36	69	23	42	67	54	$\pm 0,0141$
Letsitele	0,62	0,60	0,57	0,65	0,65	0,72	0,67	0,60	0,67	0,66	0,64
	49	40	24	57	59	80	66	45	64	62	$\pm 0,0139$
NITK	0,61	0,62	0,65	0,69	0,70	0,72	0,66	0,69	0,73	0,68	0,68
Droëland	47	52	65	73	78	81	61	74	82	72	$\pm 0,0126$
Makatini	0,59	0,60	0,83	0,74	0,73	0,81	0,80	0,81	0,85	0,80	0,76
Besproeiing A	31	41	97	84	83	96	91	95	99	92	$\pm 0,0292$
Makatini	0,70	0,70	0,79	0,78	0,86	0,74	0,78	0,80	0,75	0,84	0,77
Besproeiing B	76	77	90	88	100	85	89	93	87	98	$\pm 0,0168$
\bar{x}	0,57	0,60	0,62	0,62	0,63	0,64	0,66	0,66	0,68	0,70	
$\pm SF$	$\pm 0,0288$	$\pm 0,0120$	$\pm 0,0360$	$\pm 0,0332$	$\pm 0,0466$	$\pm 0,0345$	$\pm 0,0268$	$\pm 0,0315$	$\pm 0,0246$	$\pm 0,0297$	

Erkenning word met dank verleen aan die Nasionale Instituut vir Tabak en Katoen vir die insameling van al die katoensaadmonsters en die Oliesadebeheerraad vir finansiële steun.

Verwysings

- ANONIEM, 1973. AOCS official method BA 7-58. Free gossypol. In: Official and Tentative methods of the Amer. Oil Chemists' Soc., Chicago, Illinois.
- BERARDI, L.C. & GOLDBLATT, L.A., 1969. Gossypol. In: Food Science and Technology. A Series of Monographs. Ed. Eilener, I., Academic Press, New York.
- CHUBB, L.G., 1982. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Haresign, W., Butterworths, London, p. 21.
- COPPOCK, C.E., LANHAM, J.K. & HORNER, J.L., 1987. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal, and associated byproducts by dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 18, 89.
- COPPOCK, C.E., WEST, J.W., MOYA, J.R., NAVE, D.H., LA BORE, J.M., THOMPSON, K.G., ROWE, L.D. (jun.) & GATES, L.E., 1985. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility and physiological responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 68, 2248.
- DE PETERS, E.J., TAYLOR, S.K., FRANKE, A.A. & AQUIRRE, A., 1985. Effects of feeding whole cottonseed on composition of milk. *J. Dairy Sci.* 68, 897.
- JONES, L.A., 1978. Gossypol and some other terpenoids, floronoids and phenols that affect quality of cottonseed protein. *J. Am. Chem. Soc.* 56, 727.
- LINDSEY, T.O., HAWKINS, G.E. & GUTHRIE, L.D., 1980. Physiological responses of lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations. *J. Dairy Sci.* 63, 562.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle (16th edn.). National Academy of Science, Washington, DC.
- PONS, W.A. (jun.), HOFFPAUIR, C.L. & HOPPER, T.H., 1953. Gossypol in cottonseed: influence of variety of cottonseed and environment. *J. Agric. Food Chem.* 1, 1115.
- SMITH, F.H., 1958. Spectrophotometric determination of total gossypol in cottonseed meal and cottonseed meals. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 35, 261.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. Statistical methods (6th edn.). Iowa State University press, Ames, Iowa, USA.
- WITHERS, W.A. & CARRUTH, F.E., 1915. Gossypol, the toxic substance in cottonseed meal. *J. Agric. Res.* 5, 261.
- WITHERS, W.A. & CARRUTH, F.E., 1918. Gossypol, the toxic substance in cottonseed. *J. Agric. Res.* 12, 83.