

TOEDIENINGSMETODES VAN KUNSMIS EN LANDBOUKALK : AGRONOMIESE ASPEKTE

P J MOHR, Mistofvereniging van Suid-Afrika

Inleiding

Stygende produksiekostes teenoor 'n toenemende vraag na voedsel noodsaak verhoogde doeltreffendheid in landbou-produksie. In terme van akkerbougewasproduksie impliseer dit die hoogs moontlike opbrengs maar ook volgehoue winsrealisering per eenheidsoppervlakte. Afgesien van die belangrikheid van bestuur, is die eis gestel ten opsigte van verhoogde en volgehoue ekonomiese produksie grootliks aangewys op tegnologiese ontwikkelings en verbeterings. Tegnologie in dié verband sluit die hele spektrum van direkte en indirekte produksiefaktore en middele in. Trouens, daar kan aanvaar word dat relatiewe verskille in belangrikheid tussen die onderskeie produksiefaktore noodwendig sal moet verklein soos die noodsaaklikheid vir verhoogde produksie toeneem — maw faktore wat onder lae produksievlakke of -mikpunte van min belang was, mag wel onder hoë produksievlakke of -mikpunte verander na wesenlike produksiebeperkings. 'n Tipiese voorbeeld is die geval van die oopbestuifde mielievariëteite wat vroeër jare geredelik aanvaarbaar was vir produksiemikpunte van om en by 2 000 kg/ha maar beslis nie meer onder huidige omstandighede nie.

Metodes van kunsmis- en kalktoediening ressorteer 'in 'n sekere sin onder 'n groep produksiefaktore. Alhoewel daar oor tyd 'n duidelike verandering in die toedieningspatroon geïdentifiseer kan word, en hierdie verandering grootliks gekoppel is aan opbrengsmikpunt of -potensiaal, grondvrugbaarheidstatus en peile van toediening, bestaan daar werklik nog nie voldoende betroubare en praktiese bruikbare riglyne nie. 'n Moontlike rede is dat navorsingsbevindings ivm toedieningsmetodes in baie gevalle teenstrydig is en dikwels nie herhaalbare tendense aandui nie. Voorkeure en aanbevelings deur landboukundiges word noodwendig hierdeur geraak.

Afgesien van teenstrydighede en verskille van mening kan metodes van toediening nogtans in twee hoofgroepe verdeel word teweete bandplasing en breedwerpige toediening wat uit die aard van die saak ook tydsgekoppel is. Alle metodes in die praktyk toegepas, val binne die een of die ander of binne 'n verskeidenheid van kombinasies van beide. Welke

besondere metode die mees aangewese onder spesifieke omstandighede gaan wees, sal van talle direkte en indirekte faktore afhang (Nelson & Hansen, 1968). Omdat die gewas of plant een van die belangrikste van hierdie faktore is, en onderling wesenlike verskille voorkom, is dit onmoontlik om binne die bestek van hierdie referaat metodes van kunsmistoediening vir alle gewasse te beskou. Derhalwe word die faktore wat toedieningsmetode beïnvloed of bepaal, evaluering van die onderskeie metodes en 'n voorstel vir 'n voorlopige riglyn wat in die praktyk gebruik kan word, hoofsaaklik in terme van mielies bespreek. Waar van toepassing sal wel kortliks na ander gewasse verwys word. Dit dien egter vermeld te word dat verskeie van die aspekte aangedui en veral die riglyn aangebied, in 'n groot mate op persoonlike waarneming en mening berus en derhalwe aanvegbaar mag wees.

Faktore wat metode van toediening bepaal

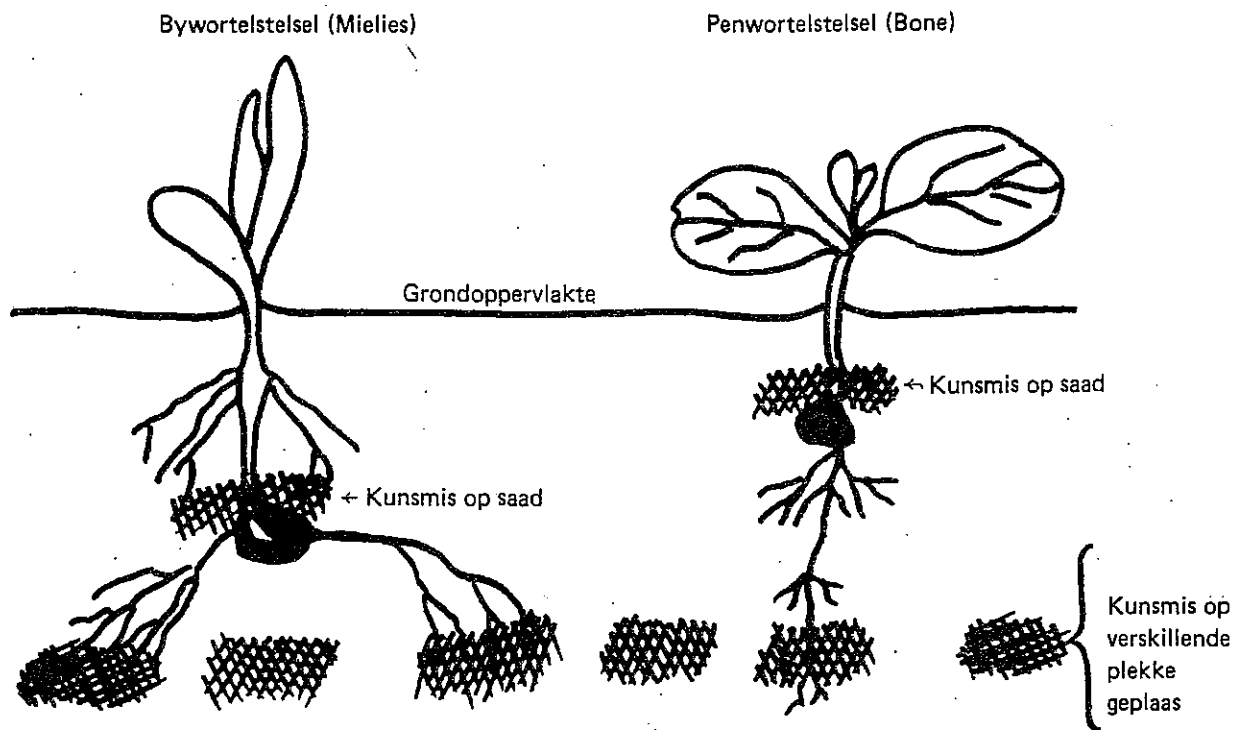
Die basiese vereiste mbt toedieningsmetodes is eerstens verwesening van die hoogs moontlike ekonomiese doeltreffendheid van toegediende kunsmis in terme van gewasreaksie en tweedens, in terme van uitvoerbaarheid, koste sover doenlik te beperk. Dit impliseer dus beide ekonomiese en praktiese oorwegings. Soos ter inleiding genoem, is daar uit die aard van die saak talle faktore wat in dié verband 'n rol speel.

Die invloed of belangrikheid van hierdie faktore is egter 'n 'n mindere of meerdere mate interaksioneel van aard of onderling afhanklik van mekaar. Hierdie aspek moet in gedagte gehou word waar die faktore vervolgens afsonderlik bespreek word. Toedieningsapparaat of -implemente, hoewel van wesenlike belang, word vir die doel van hierdie referaat nie in dieselfde sin as bg faktore beskou nie. Die referaat wat hierop volg, handel trouens oor die meganiese aspekte van toediening.

Die plant

Wortelstelsel en -ontwikkeling is die belangrikste eienskap in die verband. Dit geld egter meer vir een- as vir meerjarige gewasse. Daar is basies twee tipes wortelstelsels nl pen- en bywortels. In geval van breedwerpige toedienings is verskille tussen die twee van relatief minder belang as in geval van bandplasing waar dit veral te doen het met die posisie van plasing en afstand vanaf saad soos as volg geïllustreer:

Referaat gelewer tydens MVSA Simposium oor Grondberwerking, Pretoria op 24 Februarie 1976.



Tempo van wortelgroei of -verlenging (sywaarts sowel as afwaarts) is eweneens van belang – veral met bandplasing of diepplasing redelik ver van die saad, lae grondtemperatuur, oornat grondtoestande en waar loging en/of vaslegging van voedingstowwe voorkom. Die kwessie van somer- of wintergewasse sluit in 'n mate hierby aan, maar is van indirekte belang omdat veral grondtemperatuur die bepalende faktor is.

Bogronde groei is normaalweg nie van veel belang nie behalwe waar toedienings direk op hierdie gedeeltes toegepas word.

Wat saad betref, is dit grootte maar veral sensiwiteit ten opsigte van 'kunsmisbrand' wat belangrik is. Mielies bv kan redelike kunsmiskonsentrasies naby of selfs op die saad weerstaan in teenstelling met grondbone.

Afgesien van die voorafgaande planteienskappe as sulks, is die primêre aspek seer seker die spesifieke voedingsbehoefte van plante en die opbrengspotensiaal aangesien dit kunsmisamestelling en hoeveelheid benodig sal bepaal, wat natuurlik weer toedieningsmetode wesenlik sal beïnvloed.

Die grond

Tekstuur, en tot 'n mindere mate struktuur, is die primêre grondeienskap in die verband. Trouens, tekstuur is een van die faktore wat gebruik word in die riglyn wat later voorgestel word. Direk het dit min invloed maar wel indirek of intraksioneel met reënval en wortelontwikkeling soos weërspeël deur graad van loging, vaslegging van plantvoedingstowwe – òf doeltreffendheid van opname. So bv sal kantbemesting van N teen selfs twee paaie-

mente verkieslik wees op sandgronde met hoë reënval in teenstelling met swaargronde waar N-loging nie so gereedlik plaasvind nie.

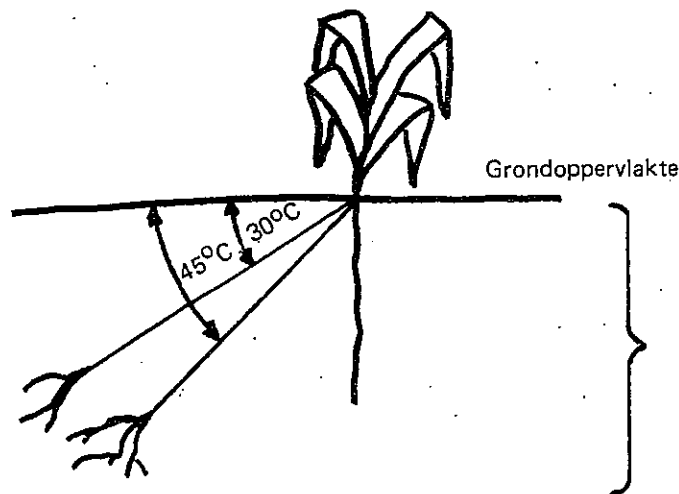
Aansluitend by tekstuur is eienskappe soos grondtipe of series, wortelbeperkende lae, suurheidsgraad en erosiekwesbaarheid.

Afgesien van die invloed van hierdie eienskappe op doeltreffendheid van voedingsopname en derhalwe metode van toediening – bv bandplasing van veral P of diep inwerking van landboukalk ingeval van lae pH – bepaal dit eweneens opbrengspotensiaal. Soos genoem, is lg een van die belangrikste faktore tov toedieningsmetode. In dieselfde sin kan grondvrugbaarheidstatus beskou word, en is trouens ook een van die faktore wat in die voorgestelde riglyn gebruik word. Hier is dit veral grondseries wat van deurslaggewende belang is, aangesien dit die moontlikheid vir en mate waartoe voedingstatus opgebou kan word, bepaal.

Klimaat

Reënval – dws intensiteit, distribusie en totaal – is seker die belangrikste klimaateienskap. Tesame met tekstuur, grond- of worteldiepte en tipe wortelbeperkende lae, bepaal dit die graad van loging of denitrifikasie van stikstof, wortelindringing en opbrengspotensiaal.

Die tweede klimaateienskap van belang is temperatuur. Temperatuur (lug en grond) bepaal tempo van bogronde groei en ondergrondse wortelgroei sowel as doeltreffendheid van voedingstofopname. Hoe laer temperatuur, hoe laer sal opnametempo wees (Nelson & Hansen, 1968). Verder bepaal temperatuur ook die hoek van wortelindringing soos geïllustreer deur die volgende (Reid, 1975):



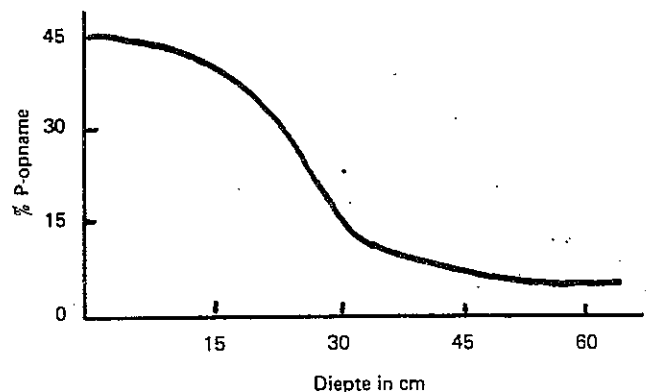
Die derde klimaatseienskap nl humiditeit, is meer sekondêr van aard aangesien dit gekoppel is aan beide reënval en temperatuur. Dit beïnvloed, deur genoemde twee eienskappe, graad van bogronduitdroging wat weer diepte van kunsmisplasing sal bepaal.

Wind kan ook as 'n klimaatseienskap beskou word. Direk kan dit verliese tydens toediening meebring of deur erosie na toediening, en indirek deur die invloed op bv bogronduitdroging.

Die kunsmis

Die belangrikste direkte eienskappe is soutindeks, samestelling, konsentrasie en fisiese vorm, terwyl indirekte eienskappe weer potensiële logings-, vasleggings- en denitrifikasieverliese teenoor moontlikhede vir opbouing is. Die soutindeks gee 'n aanduiding van potensiële 'kunsmisbrand' waar dit naby saad geplaas word — hoe hoër, hoe groter die gevaar. Dit is veral stikstof, en tot 'n mindere mate kalium, wat verantwoordelik is vir hoë soutindekse. Fosfor daarenteen het 'n baie lae soutindeks. Trouens, fosfaatbemestingstowwe kan op saad geplaas word sonder enige brandgevaar. Dit is dus duidelik dat beide konsentrasie en samestelling soutindeks bepaal. Daarenteen bepaal hierdie twee eienskappe ook weer potensiële verliese deur loging, denitrifikasie en vaslegging, sowel as die moontlikheid vir opbouing van grondvrugbaarheid. Wat lg betref, is dit hoofsaaklik net fosfor wat doeltreffend en op die langtermyn in gronde opgebou kan word. Dit is egter duidelik, soos ter aanvang gemeld, dat kunsmis sigself nie soseer metode van toediening bepaal nie, maar wel in kombinasie met genoemde faktore van plant, grond en klimaat. 'n Aspek wat wel in die verband na vore tree, is die kwessie van diepte van kunsmisplasing. Oplosbaarheid en beweging in grond is die twee primêre faktore wat tesame met aspekte soos tempo van gronduitdroging in aanmerking geneem moet word. Omdat N-bemestingstowwe geredelik oplosbaar en beweegbaar is, is oppervlakte-toediening gevolg deur vlak inwerking normaalweg voldoende. Fosfor daarenteen, beweeg

feitlik nie in grond nie en dieptepiasing of inwerking is gewoonlik noodsaaklik. Voss, Webb & Bohling (1974) vind dan ook dat ingeploude P-bemesting gewoonlik hoër opbrengste gee as waar dit bv ingedis word. Met sodanige gronde wat onderhewig is aan redelike snelle bogronduitdroging, soos in die westelike mieliegebiede, kan verwag word dat verskille in die guns van diepte teenoor vlaktoediening aansienlik behoort te wees. Aansluitend hierby kan tereg gevra word of dit nie ekonomies gereverdig sal wees om ondergrond-P op te bou nie? Alhoewel dieper plasing van P voordele inhou, is verskeie navorsers daarmee eens dat dit nie ploegdiepte behoort te oorskry nie. Afhangende van grondtipe en veral tekstuur, neem die doeltreffendheid van P-opname af met diepte — veral waar die P dieper as 'ploegdiepte' geplaas word soos geïllustreer deur die volgende resultate van Corey (1975):



Kalium lê min of meer tussen P en N tov die voorafgaande maw meer beweeglik as P maar minder onderhewig as N aan loging.

Die boer/plaas

Die bestuursvermoë en/of tegniese vaardigheid van die boer sou normaalweg beskou kan word as die deurslaggewende bepalende faktor of eienskap. In die lig van tegnologiese

verbeterings tov toedieningsapparaat en toenemende gebruikmaking van kontraktoedieners, is hierdie eienskap relatief miskien nie meer van so groot belang nie. Veel eerder sal beskikbare kapitaal 'n oorheersende rol in meeste gevalle speel. Hierdie faktor word trouens ook in die voorgestelde riglyn gebruik.

Afgesien van die boer, sal aspekte soos plaas- of landgroottes, boerderystelsel en hoe die plaas bekom is van addisionele belang wees. In geval van huurgrond bv sou bandplasing in meeste gevalle meer winsgewend wees as breedwerpige toedienings.

Uit die voorafgaande behoort dit duidelik te wees dat beskouing van elke faktor afsonderlik maklik kan lei tot 'n skewe beeld en enigsins sinnelose of onwyse afleidings in terme van praktiese implementering. Waar 'n toedieningsprogram beplan word, moet alle relevante faktore dus in perspektief gestel en in aanmerking geneem word.

Bandplasing vs breedwerpige toediening

Vergelyking van die twee hoof toedieningsmetodes in terme van kunsmispeile en ooreenstemmende opbrengsvlak word onder andere grootliks deur grondvrugbaarheidstatus bepaal. 'n Grafiese voorstelling van die verwantskap by lae en hoë grondvrugbaarheidstatus verskyn in Figuur 1 a en b (Möhr, 1974).

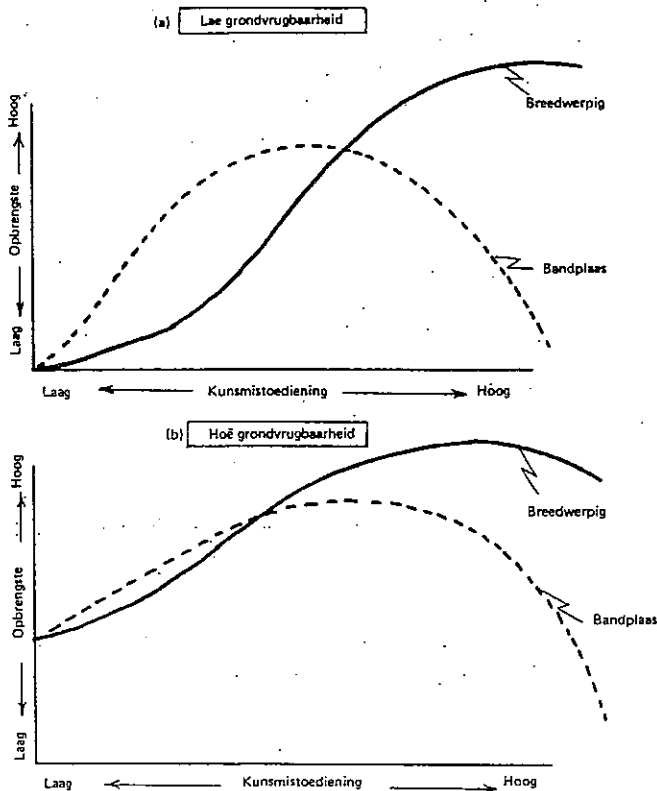


FIG 1 Relatiewe verband tussen metode van kunsmistoediening, kunsmispeile en opbrengs by onvrugbare en vrugbare gronde.

Volgens Figuur 1a is dit duidelik dat bandplasing meer doeltreffend as breedwerpige toedienings is by lae peile in geval van lae grondvrugbaarheid. Soos toedieningspeil egter toeneem, word 'n punt bereik waar opbrengste inderwaarheid begin daal ingeval van bandplasing. Dit is hoofsaaklik as gevolg van te hoë gelokaliseerde konsentrasies kunsmis en die feit dat opname deur die beperkte getal wortels in die nabyheid van die kunsmisband nie meer kan tred hou met die verhoogde plantvereistes nie. Die doeltreffendheid van breedwerpige toedienings oorskrei dan dié van bandplasing terwyl opbrengste steeds toeneem. 'n Vlak word egter ook bereik waar opbrengste nie verder verhoog nie. Teoreties is die beperking hier die genetiese potensiaal van die gewas. Met uitsonderlike hoë toedienings mag die opbrengste natuurlik ook selfs begin afneem agt te hoë kunsmiskonsentrasies.

In geval van hoë grondvrugbaarheid egter (Figuur 1 b) is daar 'n veel kleiner verskil tussen bandplasing en breedwerpige toedienings by lae bemestingspeile. Trouens sou teoreties geen verskil verwag word nie maar in die praktyk word wel gevind dat bandplasing dikwels vroeë groei stimuleer wat in opbrengste weerspieël word — vandaar die onderskeid getref. Die punt waar breedwerpige toedienings bandplasing oorskrei, word egter ook veel gouer bereik as in geval van lae vrugbare gronde. Die rede vir die opbrengsafname met bandplasing is soos verstrekkend vir lae vrugbare gronde.

Waar 'n kombinasie van die twee metodes toegepas word, kan verwag word dat die doeltreffendheid oor die algemeen hoër sal wees as vir die een of die ander. Dit geld veral vir hoë vrugbare gronde by laer bemestingspeile maar weer vir lae vrugbare gronde by hoër bemestingspeile.

Op hierdie stadium kan tereg gevra word of die voorafgaande beskouing wel deur navorsingsbevindings onderskraag word. Ongelukkig is juis bevindings in die verband dikwels teenstrydig. Nogtans is verskeie navorsers soos Barber (1974), Doll (1975) en Voss, Webb & Bohling (1974) daarmee eens dat bandplasing alleen nie voldoende is vir optimum opbrengste van gewasse soos veral mielies onder hoë potensiaaltoestande nie, en breedwerpige toedienings derhalwe in sodanige gevalle aan te beveel is. By vlakgewortelde gewasse soos aartappels daarenteen, is bandplasing die aangewese metode (Soltanpour, 1969).

Anders as by kunsmis word landboukalk met die oog op opheffing van grondsuurheid altyd breedwerpig uitgestrooi — maw toedieningsmetode is inderwaarheid tot slegs een bepaalde praktyk beperk.

Alhoewel die tendense in Figure a en b aangedui deur talle faktore beïnvloed kan word en nie konsekwent deur proefbevindings bevestig word nie, vorm dit nogtans die basis vir die daarstelling van riglyne in die verband. Die beginsels vervat behoort vir meeste diepgewortelde gewasse en toestande te geld. Hierop kan verdere of addisionele faktore geïmplementeer word ter aanvulling en verfyning.

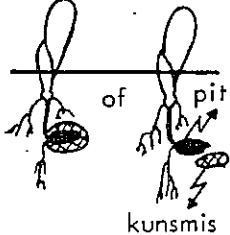
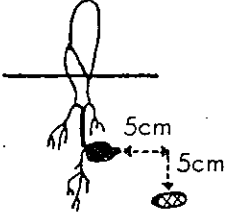
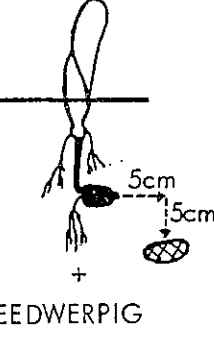
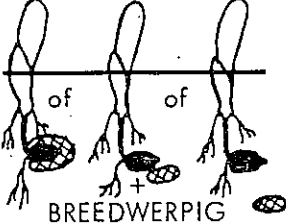
Bemestingsfases

Voorgestelde riglyn

Duidelike bemestingsfases oor tyd — wat in wese metodes van toediening verteenwoordig — kan geïdentifiseer word. Trouens, weerspieël hierdie fases, soos in Tabel 1 aangedui, in 'n mate die geskiedenis van bemesting. Daarenteen dui dit ook die onderlinge verwantskap tussen metode en die primêre faktore aan. In Tabel 1 word kortliks ook verwys na die relatiewe 'vaslegging' en beskikbaarheid van die toegediende bemesting. Plaaslik kan verwag word dat die onderskeie metodes van toediening binne al hierdie fases verdeel kan word.

In die lig van die dikwels teenstrydige navorsingsbevindings is die volgende voorgestelde riglyn in Tabel 2 in 'n groot mate gebaseer op persoonlike waarnemings en selfs op spekulasie. Verder geld dit hoofsaaklik vir mielies hoewel ander gewasse soos graansorghum moontlik ook hierby kan inskakel. Die beginsels bespreek is daarenteen wel in aanmerking geneem. Dit is egter duidelik dat verdere en opvolgingsnavorsings oor hierdie aspek beslis geregtig is.

TABEL 1 - Indeling van 'bemestingsfases' oor tyd

Fase	Metode van toediening	Kunsmispeil	Opbrengsvlak	Grondvrugbaarheidsstatus	Opmerkings
I Op of by pit		Laag	Laag	Laag	(i) Kunsmis (hoofsaaklik P) dadelik beskikbaar vir saailing maar nie voldoende vir volgehoue groei nie. (ii) 'Vaslegging' (P) laag
II Bandplasing		Medium	Medium	Laag tot hoog (oor lang tyd)	(i) Kunsmis redelik gou beskikbaar maar gewoonlik nie voldoende vir hoë produksie nie. (ii) 'Vaslegging' (P) laag
III Bandplaas + breedwerpig		Hoog	Hoog	Laag tot hoog (oor kort tyd)	(i) Kunsmis redelik gou beskikbaar plus voldoende (breedwerpige deel) vir hoë produksie. (ii) 'Vaslegging' (P) laag in bandgeplaasde deel maar aanvanklik hoog vir breedwerpige deel totdat 'vrugbaarheid' opgebou is.
IV Onderhoudstoedienings (breedwerpig + aanhitser)		Relatief hoog	Hoog	Hoog	(i) Kunsmis voldoende vir hele groeiseisoen. (ii) 'Vaslegging' laag.

TABEL 2 Voorgestelde riglyn vir toedieningsmetodes van kunsmis

Tekstuur	Vrugbaarheidsstatus	Opbrengspotensiaal/reënval	Kapitaal beskikbaar	Metode			
				Breedwerpig	Bandplaas	Aanhitser	Kantbemes
Sanderige gronde (< 15% klei)	laag	laag	laag		*		x
		laag	hoog	*	*		x
	hoog	hoog	laag		*		x
		laag	hoog	*	*	of *	* (2)
		laag	hoog		*		x
hoog	laag	laag		*		x	
hoog	hoog	laag	laag	*	of x	of *	* (2)
Swaar gronde (> 25% klei)	laag	laag	laag		*		x
		laag	hoog	x	*		x
	hoog	hoog	laag		*		x
		laag	hoog	*	*	of *	x
		laag	hoog		*		x
hoog	laag	laag		*		x	
hoog	hoog	laag	laag	*	of *	of *	x

Opmerkings:

- (i) Blokkies onder kolom 'metode', gemerk '*', beteken dat die betrokke metode onder normale omstandighede voorgestel word. Waar dit egter gemerk is met 'x', is dit slegs onder sekere omstandighede geregverdig. Dit geld veral in geval van kantbemesting onder lae potensiaaltoestande. Normaalweg sou N-kantbemesting nie toegedien word nie maar met bv uitsonderlike hoë reënval na plant mag dit wel by uitsondering geregverdig wees.
- (ii) 'n '(2)' na die * teken onder 'kantbemesting' dui die wenslikheid van twee toedienings aan. Dit geld veral in gevalle van abnormale hoë reënval na plant op diep, sanderige gronde of selfs gronde wat oornat word en denitrifikasie kan plaasvind. Die eerste paaient behoort ongeveer 3-4 weke na plant toegedien te word en die tweede 6-7 weke na plant. Met nou rye en/of te nat grondtoestande kan lugtoedienings oorweeg word mits onkruid goed onderbeheer is. Met een kantbemesting is 'n vroeë toediening (3-4 weke na plant) aan te beveel.
- (iii) In geval van hoë grondvrugbaarheid, potensiaal en kapitaal mag die onderhoudstoediening so hoog wees dat alles nie in die band toegedien kan word nie. In sodanige gevalle behoort 'n deel van die kunsmis dan breedwerpig uitgestrooi te word. Trouens, op veral swaar gronde kan die bandplaasdeel weggelaat word

en breedwerpige toedienings slegs deur 'n aanhitser aangevul word. Daar sal ook gemerk word dat kantbemesting in sodanige gevalle gewoonlik onnodig is.

- (iv) Breedwerpige toedienings in geval van lae vrugbare gronde is primêr daarop ingestel om grondvrugbaarheid (hoofsaaklik P) op te bou

Soos reeds genoem, is die voorafgaande riglyn aanvegbaar omdat dit nie voldoende deur proefbevindings gerugsteun word nie. Verder mag verskeie van die toedieningsisteme ook onprakties of onekonomies onder sekere omstandighede wees. So bv. mag vooraftoediening van al die N beter resultate gee as kantbemesting omdat dit of te droog of selfs te nat mag wees wanneer die kantbemesting toegedien moet word. Daarenteen kan groot N-verliese voorkom met eersgenoemde metode in gevalle van abnormale hoë reënval op sanderige gronde, en selfs twee kantbemestings veel beter resultate sou lewer soos wel gedurende die 1975/76 seisoen ondervind is in die westelike mieliegebiede. In die lig van steeds toenemende arbeidstekorte en die feit dat kontraktoedienings al meer populêr raak, is die neiging beslis in die rigting van vooraftoediening plus 'n aanhitser met plant. Trouens, word hierdie benadering deur Fariña (1976) vir hoë potensiaalgronde in Natal aanbeveel. Met beperkte kapitaal en/of lae potensiaalgronde, of hoë potensiaal sanderige gronde waar N-logingsverliese kan voorkom, word egter gevoel dat bandplasing plus kantbemesting veral in lg geval op die langtermyn heelwaarskynlik beter resultate sal lewer.

Wat landboukalk betref, is toedieningsmetodes soos genoem, redelik beperk in die sin dat slegs breedwerpige uitstrooi gewoonlik geld. In gevalle waar die bogrond suur is, maar nie die ondergrond nie, is daar geen probleem nie aangesien gewone inploeg van die landboukalk grondsuurheid bevredigend ophef. Die probleem is egter waar die ondergrond ook suur is en veral toksiese hoeveelhede aluminium bevat. Omdat landboukalk min of gladnie normaalweg in grond beweeg nie, moet die kalk natuurlik diep genoeg ingewerk word om ondergrondsuurheid op te hef. Derhalwe is die probleem met landboukalk nie soseer een van toedieningsmetode nie, maar eerder van 'n meganiese aard.

Ten slotte — alhoewel 'n voorlopige riglyn aangebied is en 'n redelike hoeveelheid proefwerk in die verlede uitgevoer is, behoort dit duidelik te wees dat veel vrae nog onbeantwoord is en doelgerigte en opvolgingsnavorsing op hierdie gebied derhalwe beslis geregverdig is. Uit die aard van die saak sal dit multidisiplinêre samewerking verg. Hopelik sal hierdie MVSA-simposium oor grondbewerking 'n bydrae lewer ter motivering vir daadwerklike optrede in die nabye toekoms.

Verwysings

- BARBER, S.A., 1974. A program for increasing the efficiency of fertilizers. Purdue Univ. Agric. Ext. Sta. Publ.
- COREY, R.B., 1975. Ongepubliseerde data — persoonlike mededeling. Soil Dept, Univ. of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- DOLL, E.C., 1975. Persoonlike mededeling. International fertilizer Development Center, Florence, Alabama.
- FARIÑA, M., 1976. Persoonlike mededeling. Natalstreek, Dept. van LTD, Cedara.
- MÖHR, P.J., 1974. Handleiding vir mielieproduksie en gebruik van die mielierekenaar. MVSA-publikasies Nr 36, Pretoria.
- NELSON, W.L. & HANSEN, C.M., 1968. Methods and frequency of fertilizer application. In: Changing patterns in fertilizer use — ed. by R.C. Dinauer. Publ. by Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin.
- REID, W.S., 1975. Persoonlike mededeling. Dept. of Agronomy, Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
- SOLTANPOUR, P.N., 1969. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition of potatoes. *Agron. J.* 61, 288–289.
- VOSS, R.D., WEBB, J.R. & BOHLING, R.W., 1974. Fertilizer phosphorus — use it effectively. Cooper Ext Serv., ISU, PM-606, Ames, Iowa.