

'N LOGIESE BASIS VIR BEMESTINGSADVIES

(With summary in English)

J. H. GROBLER, Landbounavorsingsinstituut, Potchefstroom.

Uittreksel

'n Bemestingsadvies is nie soseer gemeoid met die fisiologiese rol van voedingstowwe nie. Die hoeveelheid wat vir 'n bepaalde oes nodig is asook die hoeveelheid benodig per eenheid droë materiaal is van belang.

Volgens bewaringsbeginsels moet altyd die verskil tussen wat deur grondvorming vrygestel word en wat deur die oes verwyder word, voorsien word. Die norme hiervoor word voorsien deur die moedermateriaal en die tempo van grondvorming.

Waar die toegediende bemestingstowwe deur die grond gebind word moet ook by die vasstelling van die bemestingsbehoefte met doeltreffendheidsfaktore rekening gehou word. By 'n hoër kationuitruilingskapasiteit sal die konsentrasie in die grondoplossing laer wees as by 'n laer K.U.K.

Die samestelling van die versadigingsekstrak van 'n grond sal 'n betroubare weergawe wees van die vermoë van 'n grond om voedingstowwe te voorsien. Diagnostiese tegnieke behoort ook rekening te hou met die produksiepotensiaal van die grond.

Inleiding

Bemestingsadvies is gebaseer op 'n kennis van water plantvoedingstowwe die plant nodig het. Dit is egter ook nodig om te weet wat die voorraad daarvan in die grond is en hoe beskikbaar dit is. Vir doeleindes van bemestingsaanbevelings is die aandag nie soveel toegespits op die fisiologiese rol wat die element vervul nie maar op die hoeveelheid wat nodig is vir optimale produksie en hoe dit verkry kan word. Die behoefte op enige oomblik sal afhang van die groeitempo van die gewas en sal dus varieer met seisoene en klimaatsomstandighede. Die voedingselemente wat die gewas benodig moet nie alleen in genoegsame hoeveelhede in die grond aanwesig wees nie, maar dit moet teen so 'n tempo aangebied word dat daar nie 'n fisiologiese oormaat of tekort is nie. Dit is in hierdie verband dat die grond 'n belangrike rol speel. As die hele grondprofiel in aanmerking geneem word d.w.s. grond sowel as moedermateriaal, is daar van alle voedingstowwe 'n baie groot voorraad aanwesig. Die hoeveelheid wat op enige oomblik vir die plant beskikbaar is sal afhang van die aard van die verbinding waarin die element aanwesig is.

Daar is nog heelwat aspekte wat opgeklaar moet word voordat die voedingsbehoefte van gewasse ten volle verstaan sal word. Die vraagstukke van antagonisme en sinergisme en die beweeglikheid van ione in die fisiese grondstelsel sal by alle bemestingsaanbevelings weldeeglik in aanmerking geneem moet word. As daar egter van drie stelle faktore, waarvoor daar redelike eksperimentele norme bekend is, gebruik gemaak word, kan 'n logiese basis vir bemestingsadvies ontwikkel word. Hierdie drie stelle faktore kan saamgevat word as hoeveelhedsfaktore, balansfaktore en doeltreffendheidsfaktore. Deur 'n kennis van die grond-

vormingsprosesse, die produksiepotensiaal en die aard van die chemiese reaksies in die grond kan norme gevind word waarvolgens bemestingsaanbevelings gemaak kan word.

Die hoeveelhedsfaktore

Deur die tegniek van planteteelt word gewasse daar gestel met 'n hoë opbrengspotensiaal. Om hierdie genetiese potensiaal ten volle te ontgin moet ook aan die hoër voedingsvereistes van die gewas voldoen word. Verskillende gewasse benodig verskillende hoeveelhede plantvoedingstowwe om optimale produksie te verseker. Die benodigde hoeveelheid word bereken in terme van die totale hoeveelheid wat vir die oes benodig is asook die hoeveelheid wat nodig is per eenheid droëmateriaal geproduseer.

(a) Die totale hoeveelheid benodig is 'n funksie van die opbrengs en die chemiese samestelling van die plant. As alle voedingstowwe aanwesig is in voldoende hoeveelhede, het elke gewas 'n min of meer kenmerkende chemiese samestelling. Die samestelling wat in die verband van belang is, is die gemiddelde samestelling van die hele plant nadat dit sy groeisyklus voltooi het. Die chemiese samestelling kan betreklik maklik vasgestel word. Die werklike totale opbrengs kan slegs eksperimenteel verkry word en sal wissel volgens die klimaatsone en die produksiepotensiaal van die grond.

Aangesien dit nie prakties moontlik is om opbrengsproewe uit te voer wat alle moontlike grondvariasies insluit nie, moet daar gepoog word om 'n betroubare skatting van die produksiepotensiaal te maak uit die morfologiese eienskappe. Die eienskappe wat in die verband van belang is, is veral dié wat betrekking het op die voghuishouding van die grond. Die klimaats-elemente soos daglengte, totale reënval, temperatuur en humiditeit bepaal in hoofsaak die keuse van 'n aangepaste gewas terwyl die voghouvermoë of die vermoë om vog op te gaan en in droër tydperke beskikbaar te stel, die peil van produksie bepaal. Eienskappe soos kleur, tekstuur, struktuur, konsistensie, poreusheid en vlekking tesame met die effektiewe diepte sal die voghuishouding karakteriseer.

Uit die algemene transpirasieverhouding van 500 eenhede water vir een eenheid droëmateriaal kan bereken word dat 5,000,000 lb water of 10" per morg in staat is om 15 sak mieliegraan te produseer. 'n Grond wat in staat is om 10" reën te stoor kan dus 15 sak per morg meer produseer as een wat nie die vermoë besit nie. By die bepaling van die totale hoeveelheid bemesting benodig moet met hierdie feite rekening gehou word. As 'n grond in staat is om 30 sak per morg te produseer sal die behoefte tweekeer so hoog wees op een wat net 15 sak per morg kan produseer.

(b) Die behoefte per eenheid droëmateriaal.

Hoewel dit bekend is dat water en voedingstowwe nie deur dieselfde meganisme opgeneem word nie, kan voedingstowwe slegs in oplossing deur die wortels opgeneem word. Daar bestaan dus 'n noue verwantskap tussen wateropname en die hoeveelheid voedingsele-

mente wat opgeneem word. Die hoeveelheid water wat getranspireer word om een gram droë plantmateriaal te produseer sal varieer met omgewingstoestande, die groeitempo van die plant en die groeistadium van die plant. Vir doeleindes van verduideliking kan aangeneem word dat 'n plant 500 gm water transpireer per gram droë materiaal geproduseer. Die grondwater wat na die wortels beweeg moet dus voldoende voedingstowwe bevat om een gram droëmateriaal te kan produseer. Dit beteken nie dat die ionë deur die transpirasiestroom opgeneem word nie, maar dat hulle in water beweeg tot by die worteloppervlak waarna die meganisme van aktiewe ophame oorneem.

As mielieplante byvoorbeeld tydens aktiewe groei 'n voedingselementinhoud van 20,000 dpm N, 2,200 dpm Ca, 20,000 dpm K, 1,800 dpm Mg en 2,000 dpm P bevat word die minimum konsentrasie wat in die grondoplossing aanwesig moet wees verkry deur die inhoud deur 500 te deel. Die waardes wat op die wyse verkry word vir die konsentrasie van die grondoplossing is dan 40 dpm N, 4.4 dpm Ca, 40 dpm K, 3.6 dpm Mg en 4 dpm P. Deur 'n chemiese ontleding van die plant en van die versadigingsekstrak van die grond kan dus vasgestel word of aan hierdie hoeveelheidsfaktor voldoen word. Dit is in gevalle waar die konsentrasie van die grondoplossing laer is as die aangewese, dat bemesting tot doeltreffender vogbenutting lei.

As hierdie hoeveelhede soos vasgestel deur die opbrengs, die chemiese samestelling en die transpirasieverhouding nie deur die grond self voorsien kan word nie, moet dit aangevul word deur die toediening van kunsmisstowwe. Om presies te bepaal hoeveel bygevoeg moet word moet ook met die balansfaktore rekening gehou word.

Die balansfaktore

Die beginsel wat in bewaringsboerdery geld, is dat daar altyd 'n balans tussen grondvorming en grondverliese moet wees. Ook by die behoud van die vrugbaarheid van die grond moet hierdie beginsel altyd eerbiedig word. Vir die toepassing van hierdie beginsel op bemestingsadvies moet gebruik gemaak word van kennis oor hoeveel plantvoedingstowwe van die land verwyder word en hoeveel jaarliks deur die grondvormingsproses vrygestel word.

(a) Die hoeveelheid wat deur die oes verwyder word is nie dieselfde as wat vir die produksie benodig word nie, aangesien die wortels en soms 'n gedeelte van die bogroei nie as oes verwyder word nie. Die maatstaf wat hier van belang is, is dus die chemiese samestelling van die oes. Die grootte van die oes sal op dieselfde wyse aan die produksiepotensiaal van die grond verbonde wees soos in die vorige afdeling beskryf is. Syfers vir die belangrikste voedingselemente is gewoonlik geredelik beskikbaar. As voorbeeld word gegewens as benaderde waardes vir vier van die belangrikste gewasse in Tabel 1 verskaf:

TABEL 1. Plantvoedingstowwe wat deur verskillende gewasse verwyder word.

Gewas	Plantvoedingstowwe verwyder		
	lb N	lb P	lb K
Mielies per sak	3.0	0.5	2.0
Koring per sak	4.0	0.5	2.0
Lusern per 1000 lb	27.0	0.3	16.0
Grondbone per 100 lb graan	5.0	0.7	2.5

Van 'n hoë potensiaal grond, wat 'n langtermyn gemid-

deld van 40 sakke mielies lewer sal dus 120 lb N, 20 lb P en 80 lb K verwyder word.

(b) Die hoeveelheid wat jaarliks beskikbaar gestel word as gevolg van natuurlike grondvormende prosesse lewer 'n belangrike bydrae tot die herstel van die balans na die verwydering van die oes. Die verweringspotensiaal of die tempo van grondvorming sal nie oral dieselfde wees nie. Die hoeveelhede van die verskillende elemente wat vrygestel word sal afhang van die samestelling van die moedermateriaal en die aktiwiteit van die ander grondvormende faktore soos klimaat, organismes en tyd. By gebrek aan kennis aangaande die wisselwerking tussen moedermateriaal en die ander grondvormende faktore word 'n algemene tempo vir half-dor streke, van 5 ton per morg per jaar aanvaar. (Die wêreldgemiddelde word op 10 ton gestel.) In dié geval is die samestelling van die moedermateriaal van deurslaggewende belang. Die sandgronde van die Noordwes-Vrystaat se moedermateriaal bevat byvoorbeeld 0.8 persent kalium dus 80 lb per 5 ton; 0.5 persent P of 5 lb per 5 ton. Hierdie hoeveelhede kom dus jaarliks beskikbaar en die toediening vir die handhawing van grondvrugbaarheid kan dienoreenkomstig verminder word.

Normaalweg word die stikstofgehalte van die moedermateriaal van normale bewerkte grond nie in berekening gebring nie. Die begin van alle biologiese grondvormende prosesse is egter die binding van atmosferiese stikstof deur vrylewende organismes. Die aanwinst van stikstof uit hierdie bron sal wissel volgens omstandighede. Weereens word by gebrek aan betroubare gegewens binding van 10 lb N per morg per jaar aangeneem. Hierdie proses kan bevorder word deur soveel as moontlik plantreste in die grond terug te werk. Die natuurlike stikstof word verder aangevul deur reënval, wat ook op ongeveer 10 lb per morg gemiddeld gestel kan word. In die geval van peulgewasse is hulle gewoonlik in staat om d.m.v. simbiotiese stikstofbinding in die grootste deel van hulle eie stikstofbehoefte te voorsien.

(c) Die verskil tussen wat gevorm word en wat verwyder word moet dan deur kunsmis aangevul word. Vir 'n langtermyn oesgemiddeld van 20 sak mielies per morg per jaar in die Noordwes-Vrystaat sal die bemestingsbalans soos volg opgestel kan word ten opsigte van stikstof, fosfor en kalium:

20 sakke mielies verwyder	60 lb N	10 lb P	40 lb K per morg
5 ton grond lewer	20 lb N	5 lb P	80 lb K per morg
minimum toediening	40 lb N	5 lb P	0 lb K per morg

Behalwe die produksiepotensiaal van die grond word hier as die ander belangrike bewaringsbeginsel dus ook die grondvormingsproses betrek.

Die doeltreffendheidsfaktore

Deur gebruik te maak van die hoeveelheidsfaktore en die balansfaktore word die beginsel van bewaring in bemestingspraktyke toegepas. Die vraag of volle gebruik gemaak word van die toegediende bemestingstowwe en moontlik ook van die oormaat wat uit grondvorming verkry word, sal afhang van die aard en vorm van die verbindings in die grond. Grond is nie 'n onaktiewe medium wat slegs as staanplek vir plante dien nie. Die reaksies wat daarin plaasvind sal in 'n groot mate die doeltreffendheid waarmee die voedingstowwe benut sal word bepaal. Die beginsels wat betrokke is by die doeltreffende benutting van verskillende verbindings in die grond sal vervolgens bespreek word aan die hand van stikstof (hoofsaaklik mikrobiologiese reaksies),

fosfor (hoofsaaklik swakoplosbare presipitate) en kalium (hoofsaaklik geadsorbeerde katione).

(a) Stikstof wat mikrobiologies gebind word, word deur die nitrifikasieproses vrygestel. As hierdie nitrifikasieproses nie vinnig genoeg plaasvind om bv. 'n konsentrasie van 40 dpm in die grondoplossing tydens die groeiperiode te handhaaf nie, is die doeltreffendheidsfaktor van die natuurlike stikstof te laag en moet dit aangevul word met stikstofkunsmis. Selfs toegediende stikstof mag onder sekere omstandighede soos wanneer groot hoeveelhede koolstofryke organiese materiaal aanwesig is, deur mikro-organismes gebind word sodat 'n negatiewe periode ontstaan. In meeste gevalle gaan goeie verbouingspraktyke met doeltreffende benutting van stikstof gepaard, sodat die gebruik van 'n doeltreffendheidsfaktor nie nodig is nie. Die berekende hoeveelheid soos aangedui onder die balansfaktore is derhalwe voldoende aanduiding van die peil van stikstofbemesting vir nie-peulgewasse.

(b) Fosfate in die grond is gewoonlik swak oplosbaar. Die konsentrasie in die grondoplossing is dus te laag om in die behoefte-eenheid te voorsien. Teoreties sou dit dus moontlik wees om beide die tekort in die balans en die gebrekkige konsentrasie aan te vul deur 'n oplosbare fosfaatmisstof soos superfosfaat toe te dien. Die toediening van 60 lb superfosfaat per morg behoort voldoende te wees om die 5 lb tekort aan te vul, in die voorbeeld van die Noordwes-Vrystaat, en ook om die konsentrasie P in die grondoplossing met 6 dpm te verhoog by 10 persent vog in die boonste voetlaag. Die ewewigskonsentrasie is egter baie laer omdat die fosfaat neergeslaan word en die konsentrasie in die grondoplossing bepaal word deur die oplosbaarheidsproduk van die bestendigste fosfaatverbinding. In meeste akkerbougronde sal die P-konsentrasie oorwegend afhang van die pH, die kalsiumkonsentrasie en die fosfaatstatus van die grond.

Die doeltreffendheid van oplosbare fosfaatmisstowwe kan dus verhoog word deur die pH so na as moontlik aan 6 te kry, die kalsiumstatus te verhoog tesame met 'n hoë reserwe aan trikalsiumfosfaat wat as buffer dien vir die te snelle vorming van hidrosie-apatiet, strengiet en varisiet. Hoewel die P-konsentrasie van trikalsiumfosfaat ook laag is, verleng dit die oorsadigingstoestand waarop staat gemaak word vir doeltreffende benutting van oplosbare fosfaatmisstowwe.

Uit ervaring met bemestingsproewe wil dit voorkom asof tans vir fosfaatmisstowwe met die reeds betreklik hoë fosfaatstatus van die gronde 'n doeltreffendheidsfaktor van ongeveer 3 oor 'n wye gebied van toepassing is. As daar dus 5 lb P kort op die balans moet 15 lb P of 200 lb superfosfaat bemesting gegee word vir 'n beoogde oes van 20 sak mielies per morg.

(c) Kalium is gewoonlik in 'n redelike mate aanwesig in die uitruilbare vorm aangesien kalium-minerale meestal maklik verweer, sodat kaliumione vrykom wat geabsorbeer word. Daar word 'n vinnige ewewig ingestel tussen die uitruilingskompleks en die grondoplossing. Waar egter 'n hoë behoefte per eenheid geproduseer ontstaan, mag selfs die uitruilbare kalium uitgeput raak deurdat dit nie vinnig genoeg aangevul word deur die grondvormingsprosesse nie.

Die kaliumbehoefte van mielies is ongeveer 1 dpm in die grondoplossing vir elke sak graan wat geproduseer word. Hoewel die uitruilbare kalium nie direk opgeneem word nie, kan dit diens as aanduiding van wat die konsentrasie in die grondoplossing sal wees. Die verband tussen die hoeveelheid uitruilbare kalium en die konsentrasie in die grondoplossing word bepaal

deur die kationuitruilkapasiteit (K.U.K.) van die grond. In sandgronde sal dit ongeveer $\frac{1}{3}$ tot $\frac{1}{5}$ soveel wees as die uitruilbare kalium. In gronde met 'n hoë K.U.K. kan die verhouding tot so laag as $\frac{1}{20}$ of $\frac{1}{100}$ daal.

By wyse van voorbeeld kan sandgronde in die O.V.S. geneem word. Die grond bevat 1 me of 39 mgm K per 100 gm. By 10 persent vog is dit gelyk aan 39 mgm K per 10 gm water. Die konsentrasie in die grondwater is $\frac{1}{5}$ hiervan, dus die konsentrasie K in die grondoplossing is 800 dpm.

In 'n kleileemgrond met 'n hoër K.U.K. wat 5 me uitruilbare K per 100 gm bevat sal die ooreenstemmende konsentrasie 975 dpm K in die grondoplossing wees.

Hoewel die kaliuminhoud van sommige gronde dus laag is, is die doeltreffendheid van vrystelling so hoog dat kaliumgebrek selde aangetref word.

Diagnostiese faktore

Die vraagstuk van hoe om vooraf vas te stel wat die bemestingsbehoefte van 'n bepaalde land sal wees is dus nie so eenvoudig as 'n grondontleding nie. Vanuit die oogpunt van chemiese diagnose sal die ontleding van die versadigingsekstrak die beste aanduiding wees van die vermoë van die grond om 'n gewenste konsentrasie in die grondoplossing te handhaaf. Dit, tesame met die verweringspotensiaal sal 'n redelike betroubare aanduiding van die voedingstatus van die grond wees.

Die ontleding van die versadigingsekstrak lewer soms probleme op en gevolglik word pogings aangewend om korreksies tussen sekere labiele fraksies en opbrengste vas te stel. In die geval van katione kan 'n redelike voorspelling gemaak word deur 'n doeltreffendheidsfaktor te gebruik volgens die K.U.K. van die grond. Vir fosfaat en stikstof is nog nie bevredigende diagnostiese tegnieke ontwikkel nie.

In alle gevalle speel die produksiepotensiaal 'n deurslaggewende rol en waar eksakte norme ontbreek kan uit die geskatte opbrengs en sy chemiese samestelling 'n redelik betroubare basis vir bemestingsadvies gevind word.

Summary

A LOGICAL BASIS FOR FERTILIZER RECOMMENDATIONS

Quantitative factors

The need for plant nutrients by a crop is determined both by its total requirement and the quantity needed per unit dry matter produced.

The total requirement for a certain yield per morgen, is determined by the production potential of the soil, and chemical composition of the mature crop. The production capacity can be estimated from the factors that determine the moisture regime of the soil.

The amount of dry matter produced per unit of available moisture is fairly constant. When it is assumed that 1 gm dry matter is produced by 500 gm water it is logical that the concentration of plant nutrients in the soil water must be such that enough is transported in 500 gm soil water to produce 1 gm of dry matter. This need can be estimated from the transpiration ratio and the chemical composition of the growing plant.

Balance factors

The natural soil forming processes release a certain amount of plant nutrients annually.

A rate of soil formation of 5 tons per morgen per annum under semi-arid conditions gives a measure for determining the amount of plant nutrient supplied. The potassium, phosphorus and nitrogen content of

the parent material will determine the actual quantity that becomes available. Biological and electrical fixation of nitrogen also is a natural source of nitrogen.

The amount removed by the crop is dependent on the chemical composition and the size of the harvested parts. This in turn is determined to a great extent by the production potential of the soil under given climatic conditions.

Conservation principles demand that at least the difference between the amount removed and the amount supplied by the soil should be added by fertilization.

Efficiency factors

Apart from the total amount of plant nutrients present the nature and form in which they occur will have a profound effect on the concentration of the nutrients in the soil solution and the rate at which they are replenished.

Nitrogen is released by the nitrification process. In cases where a surplus of carbon-rich organic matter

is present biological fixation of applied nitrogen may ever occur.

Phosphorus-containing compounds are usually weakly soluble and must be supplemented by addition of soluble fertilizer. The efficiency is greatly dependent on the total P reserve, the pH and calcium content of the soil. In general about three times as much P must be applied as is required by the balance factors.

Diagnostic factors

The composition of the saturation extract will give the best indication of the capacity of the soil to supply the nutrient demand of the growing crop. The estimated yield together with the total reserve will guide the advisor to work out a fertilizer programme.

Attempts to develop methods of soil analyses have been partly successful in cases where the fraction extracted is closely correlated with the composition of the soil solution as in the case of exchangeable cations.