

Blijvende aandacht voor verfijning van stikstofbemestingsadviezen wintertarwe

Sinds Liebig in het midden van de vorige eeuw tot de conclusie kwam dat planten naast water en koolzuur ook anorganische stoffen nodig hebben om optimaal te functioneren, is de minerale voeding van planten onderwerp geweest van zeer veel onderzoek. In de literatuur kan dan ook een veelheid aan resultaten van bemestingsproeven worden gevonden. Ongelukkigerwijs komt men bij de interpretatie van deze resultaten zelden verder dan aan te geven, wat de optimale kunstmestgift geweest zou zijn onder de omstandigheden van de proef. Er bleek echter al snel behoefte aan een methode om van tevoren iets te zeggen over die optimale hoeveelheid. Zo ontstond het stelsel van bemestingsadviezen, in eerste instantie vooral gebaseerd op de resultaten van chemische analyses van de bodem. Stikstof neemt daarbij een wat aparte positie in, omdat het bodem/plant-systeem 'open' is voor dat element, dat wil zeggen dat er jaarlijks grote hoeveelheden het systeem binnenkomen of er uit verdwijnen.

De meest gangbare methode voor stikstofadvisering in wintertarwe op dit ogenblik in Noordwest-Europa is gebaseerd op een bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel in het vroege voorjaar (Nmin-methode). In pogingen om tot een meer verfijnde methode te komen, werden op sommige plaatsen zogenaamde balansmethoden uitgewerkt. De aanleiding daartoe was enerzijds de praktijk om de totale hoeveelheid kunstmeststikstof in gedeelde giften toe te dienen, waardoor informatie over een groter deel van het groeiseizoen in het advies kan worden verwerkt. Anderzijds speelden milieuoverwegingen een rol, vooral de gevaren van stikstofverliezen naar de atmosfeer en het grondwater.

Bij deze balansmethoden wordt de N-mineraal bepaling in het vroege voorjaar gecombineerd met een schatting van de nalevering van stikstof uit organische stof (en eventueel gewasresten) en een opbrengstverwachting voor het gewas. Een verdere verfijning zou mogelijk zijn door in een simulatiemodel de processen die de beschikbaarheid van stikstof voor het gewas bepalen kwantitatief te beschrijven, alsme-

DR.IR. H. VAN KEULEN Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen
IR. J.J. NEETESON Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gn)
DR. C.F.M. BELMANS Laboratorium voor Bodem- en Waterbeheersing, KU Leuven
IR. J.J.R. GROOT Vakgroep Theoretische Productie-Ecologie, LU Wageningen

de de effecten van omgevingsfactoren en stikstofgehalte op groei, ontwikkeling en opbrengst van het gewas. Een dergelijk model zou dan 'gevoed' kunnen worden met perceelsspecifieke informatie met betrekking tot bodemeigenschappen en raskenmerken, en met gemeten weersgegevens tot op het moment van de advisering, waarna opbrengst en behoefte aan kunstmeststikstof voorspeld zouden kunnen worden, op basis van een gemiddeld of verwacht weerspatroon voor de rest van het groeiseizoen. Op die manier zou optimaal gebruik gemaakt kunnen worden van de aanwezige kennis op het gebied van fysiologie, gewaskunde, bodemkunde en

Leden van de werkgroep 'Stikstofadvisering in wintertarwe' kijken met belangstelling naar de praktische uitwerking van de adviezen.



agrometeorologie, zowel als van de op het moment van advisering al bekende omgevingsfactoren.

Binnen een project dat gedurende de laatste vijf jaar werd uitgevoerd in samenwerking tussen het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), de Katholieke Universiteit Leuven (KUL) in België, het Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), de Vakgroepen Theoretische Productie-Ecologie en Landbouwplantenteelt en Graslandkunde van de Landbouwuniversiteit Wageningen en het Nederlands Meststoffen Instituut (NMI) zijn de resultaten van de drie beschreven adviesystemen met elkaar vergeleken voor Nederlandse en Belgische omstandigheden (6), waarbij voor België de Nindex-methode, die daar gangbaar is, werd gehanteerd. In dit artikel worden enige aspecten van deze adviesystemen behandeld; ook wordt gerapporteerd over de ervaringen, opgedaan tijdens het gebruik onder proefveldomstandigheden.

Nmin-methode

Sterke aanwijzingen voor een verband tussen de voorraad minerale stikstof in de bodem aan het begin van het groeiseizoen en de hoogte van de optimale gift aan kunstmeststikstof werden in Nederland voor het eerst beschreven aan het begin van de jaren zeventig (1). Daarna is uitgebreid onderzoek uitgevoerd om die relatie voor verschillende gewassen experimenteel vast te stellen, waarbij onderscheid gemaakt kan worden naar grondsoort. Voor wintertarwe heeft Dilz, die al vanaf het begin van zijn carrière geboeid was door de stikstofvoeding van granen (2), zeer veel bijgedragen aan het vergroten van het inzicht in de factoren die de relatie tussen de

hoeveelheid minerale stikstof in de bodem en de hoogte van de optimale gift beïnvloeden (4, 5). Over het algemeen werd een negatief verband gevonden tussen de hoogte van de bodemvoorraad en de optimale gift, al was de spreiding in de waarnemingen vaak groot, vooral omdat de optimale gift moeilijk nauwkeurig is vast te stellen (10). Toch leidde toepassing van deze methode ertoe, dat overmatige bemesting, met de daaraan verbonden gevaren van legering bij granen en van verhoogde kans op ziekteaantasting bij verschillende gewassen, minder vaak voorkwam. Er werd eveneens aangetoond dat de opbrengsten bij het toepassen van de Nmin-methode gelijk waren aan die bij de beste 'vaste gift', maar dat de benodigde hoeveelheden kunstmest daarvoor aanzienlijk lager waren (3). Hoewel dus de ervaringen met de Nmin-methode redelijk positief waren, werd toch als een gemis gevoeld dat de specifieke invloed van de omgevingsfactoren tijdens het grootste deel van het groeiseizoen, die in hoge mate bepalend zijn voor zowel het opbrengstpotentieel van het gewas als voor de levering van stikstof uit 'natuurlijke' bronnen, niet in het advies verwerkt kon worden. Dit temeer omdat het in toenemende mate toepassen van gedeelde giften de mogelijkheden voor bijstelling van het advies in de loop van het groeiseizoen vergrootten. Er werd dus naar alternatieven gezocht.

Nbalans-methode

De balansmethode werd voor het eerst operationeel toegepast in Frankrijk (11, 12). Bij deze methode wordt een balans opgesteld, waarin aan de ene kant de behoefte van het gewas aan stikstof wordt gedefinieerd en aan de andere kant de bijdrage van verschillende bronnen aan de totale hoeveelheid voor het gewas beschikbare stikstof. Omdat bleek dat in de praktijk de adviezen voor de hoogte van de eerste gift slechts weinig varieerden, werd besloten binnen het project de balansmethode toe te passen voor de advisering van de tweede en de derde gift en de balans te berekenen op het moment dat een beslissing moest worden genomen over de hoogte van de tweede gift. De balans, zoals gebruikt binnen het project, luidt in formulevorm:

$$Y_{exp.b} = (N_{rec} + N_{mpf}).E1 + (N_s + N_r + N_o).E2 + N_{up}$$

In deze formule staat Y_{exp} voor de verwachte korrelopbrengst (uitgedrukt in kg drogestof per ha). Deze korrelopbrengst wordt geschat op basis van ervaring, gebaseerd op standplaatskenmerken en de

toestand van het gewas op het moment dat de balans wordt opgesteld.

In de praktijk kan het advies voor een traject van opbrengsten worden uitgerekend, zodat rekening gehouden kan worden met perceelsspecifieke verschillen. De factor b vertegenwoordigt de opname van stikstof door het gewas per eenheid van korrelopbrengst en wordt dus gezamenlijk bepaald door het stikstofgehalte in korrel en stro bij de oogst en de korrel/stroverhouding. Uit een analyse van beschikbare experimentele gegevens bleek dat de waarde van b het best beschreven kan worden als een functie van het verwachte opbrengstniveau, en dat die waarde voor de in de praktijk voorkomende opbrengsten varieert tussen 0,025 en 0,03 kg N per kg korrel (op drogestofbasis). N_{rec} is de te berekenen hoeveelheid kunstmeststikstof die totaal nog moet worden toegediend om de verwachte korrelopbrengst te realiseren. N_{mpf} is de hoeveelheid minerale stikstof die zich op het moment van de tweede gift in het bewortelbare deel van het bodemprofiel bevindt. Onder Nederlandse en Belgische omstandigheden zal de effectieve worteldiepte gewoonlijk rond de 1 m liggen, dus verdient het aanbeveling het profiel tot die diepte te bemonsteren.

$E1$ is het uitbatingspercentage van de in het profiel aanwezige of nog toe te dienen minerale stikstof, dat wil zeggen de fractie die door het gewas wordt opgenomen. Hierin zijn de effecten van verliezen door denitrificatie, vervluchtiging en uitspoeling, alsmede de netto-immobilisatie in organisch materiaal verdisconteerd. Analyse van experimentele gegevens toonde aan,

dat voor de tweede en derde stikstofgift deze opname-efficiëntie hoog is, rond 0,9. Het lijkt aannemelijk dat de efficiëntie van opname ($E1$) gelijk zal zijn voor de al in het profiel aanwezige minerale stikstof en voor de toegediende kunstmeststikstof, al moet men zich realiseren dat de kansen op uitspoeling voor de eerste groter kunnen zijn, omdat deze stikstof al dieper in het profiel aanwezig is. N_s vertegenwoordigt de netto mineralisatie uit vers organisch materiaal (oogstresten voorvrucht) tussen het moment van berekenen en het einde van de opname door het gewas. Voor het laatste tijdstip werd in de berekeningen een week na de verwachte bloeidatum aangehouden.

N_r is de hoeveelheid N die netto mineraliseert uit 'stabiele' organische stof. In de berekeningen werd, opnieuw op grond van experimentele gegevens, voor het produkt van ($N_r + N_s$) en $E2$, waarbij $E2$ de efficiëntie van opname van gemineraliseerde stikstof voorstelt, een waarde van 0,8 kg per ha per dag gebruikt (7). N_o is de hoeveelheid minerale stikstof die vrijkomt uit groenbemesters, en/of uit recent toegediende organische mest. In geen van de proeven was deze deelpost van belang, zodat ze op 0 gesteld is.

N_{up} tenslotte, vertegenwoordigt de hoeveelheid stikstof die al in het gewas aanwezig is op het tijdstip van de tweede gift en moet experimenteel bepaald worden.

Wisselend succes

De balansmethode zoals hier beschreven, is in 1986 en 1987 op een aantal proefvelden in Nederland en België getest, met

TABEL 1. Voorbeeld van een stikstofbemestingsadvies voor de tweede ($N2$) en derde ($N3$) stikstofgift opgesteld volgens de Nbalans-methode.

plaats	Zevenbergschen Hoek								
hoogte eerste N-gift, kg/ha	80								
bemonsteringsdatum	7/5/86								
minerale N-voorraad in de bodem, kg/ha	45								
stikstof in het gewas, kg/ha	40								
<i>Bemestingsadvies:</i>									
opbrengst- verwachting (t/ha, 16% vocht)	N-adviesgift, kg/ha bij verwachte bloeidatum								
	7 juni			14 juni			21 juni		
	N2	N3	Ntot	N2	N3	Ntot	N2	N3	Ntot
7	16	60	156	23	48	151	56	9	145
9	72	60	212	67	60	207	61	60	201
11	128	60	268	123	60	263	117	60	257
opgenomen hoeveelheid N afkomstig van mineralisatie, kg/ha									
	27			32			36		

wisselend succes. In tabel 1 zijn als voorbeeld de resultaten van een aantal balansberekeningen weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt heeft de verwachte bloeidatum slechts een zeer geringe invloed op de geadviseerde stikstofgift, hetgeen begrijpelijk is gezien de betrekkelijk lage bijdrage die van mineralisatie verwacht wordt (0,8 kg/ha/d). Het verwachte opbrengstniveau daarentegen werkt sterk door, met een verschil van 44 kg per ha voor het traject 7 – 9 t per ha en 56 kg per ha voor het traject 9 – 11 t per ha. Het verschil is een gevolg van de variatie in de factor b. In 1986 liepen de hoogste korrelopbrengsten (omgerekend op een vochtgehalte van 16 procent) op de proefvelden uiteen van 9,2 tot 11,8 t per ha, bij korrelopbrengsten op de onbemeste velden van 5,2 tot 8,4 t per ha. Voor het proefveld in Zevenbergschen Hoek is voor toepassing van de balansmethode een opbrengst van 9 t per ha aangehouden, bij een verwachte bloeidatum van 21 juni, zodat bij de tweede en derde gift respectievelijk 65 en 60 kg N per ha is toegediend (tabel 2, de giften zijn op 5 kg per ha afgerond).

Zoals uit tabel 2 blijkt werd hiermee een korrelopbrengst van 11,7 t per ha gehaald, terwijl de hoogste opbrengst, in dit geval bereikt met een bemesting volgens de Nmin-methode, 11,8 t per ha bedroeg. Wanneer uitgegaan zou zijn van een opbrengst van bijna 12 t per ha zou het bemestingsadvies volgens de Nbalans-methode uitgekomen zijn op 285 kg per ha, of een overschatting van meer dan 80 kg per ha. Over het algemeen kwamen de adviezen volgens de Nbalans-methode in dit jaar aanzienlijk te hoog uit. Daarvoor zijn twee oorzaken aan te wijzen: de hoge temperaturen gedurende het grootste deel van het groeiseizoen hebben geleid tot veel grotere beschikbaarheid van stikstof uit natuurlijke bronnen dan de 0,8 kg per ha per dag die in het 'model' was aangenomen, en in sommige gevallen zijn waarden van boven de 2 kg per ha per dag bereikt. Dit is enerzijds het gevolg van hogere

netto-mineralisatiesnelheden en anderzijds van een diepere beworteling van het gewas als reactie op de geringe waterbeschikbaarheid in de bovenste lagen, waardoor ook stikstof uit diepere lagen beschikbaar kwam. Een ander verschijnsel dat een rol heeft gespeeld bij de te hoge adviezingen is dat in 1986 de opname van stikstof door het gewas aanzienlijk langer is doorgegaan dan tot een week na de bloei. Op het proefveld in Zevenbergschen Hoek is in de eerste drie weken na de bloei (1 juli) nog bijna 80 kg per ha door het gewas opgenomen. Dit verschijnsel komt vaker voor (13), maar is betrekkelijk zeldzaam. Naar de oorzaak kan eigenlijk alleen maar geraden worden, maar het zou kunnen samenhangen met de hoge assimilatenbeschikbaarheid als gevolg van hoge stralingsintensiteit (in de proeven in Heverlee zijn gemiddelde korrelgroeisnelheden gemeten van meer dan 400 kg per ha per dag over perioden van tien dagen). Uit tabel 2 blijkt ook, dat de efficiëntie van benutting van kunstmeststikstof, uitgedrukt in kg korrelopbrengst per kg toegediende N, snel achteruit gaat bij toenemende giften. Voor een deel zal dat het gevolg zijn van een lager uitbatingspercentage bij de hogere giften, voor een ander deel van een hoger eiwitgehalte in de korrel en in het stro bij de eind oogst. Er zijn geen gegevens beschikbaar van de totaalopname van stikstof zodat niet kan worden nagegaan wat het relatieve belang van de twee processen is.

Onzekerheid

In 1987, waarvan een deel van de resultaten in tabel 3 is weergegeven, waren de opbrengsten aanzienlijk lager dan in 1986, als gevolg van de lagere straling gedurende de korrelvullingsfase en de grote vochtigheid die tot meer ziekteaanastasting heeft geleid. De hoogste korrelopbrengsten varieerden nu van 5,9 tot 9,4 t per ha, bij opbrengsten op de niet-bemeste velden van 3,1 tot 7,1 t per ha. De resultaten van



De werkgroep 'Stikstofadviesing in wintertarwe' draait de tarwe de rug toe. Niet tevreden

de bemestingsadviezen gebaseerd op de Nbalans-methode waren aanzienlijk beter dan voor 1987. In België bleek op twee verschillende proefvelden de Nbalans-methode veel beter uit te komen dan het 'standaard' gehanteerde systeem van de N index. Er blijkt hier echter wel dat het advies zeer gevoelig is voor een juiste schatting van de te verwachten korrelopbrengst en daarin zit een grote mate van onzekerheid op het moment van de advisering. Voor de situatie waar de korrelopbrengst betrekkelijk goed was geschat blijkt de efficiëntie van benutting ook erg hoog te zijn. Op een zware zeeklei in Rijsenhout bleek de balansmethode tot een aanzienlijke overschatting van de benodigde hoeveelheid kunstmeststikstof te leiden. De efficiëntie van benutting was hier dan ook veel lager dan in Heverlee. Op een wat lichtere grond in Zevenbergschen Hoek haalde de volgens de balansmethode bemeste behandeling niet de hoogste opbrengst, waarschijnlijk vooral omdat de eerste stikstofgift op deze betrekkelijk weinigstikstof-leverende grond wat te laag is geweest. Op De Bouwing, een proefboerderij op zware klei in de Betuwe, gaf de balansmethode weer goede resultaten, zij het dat de adviseringen waren gebaseerd op een hoger opbrengstniveau dan uiteindelijk werd gehaald (de volgens de Nmin-methode bemeste behandeling had een even hoge opbrengst maar daarmee was 55 kg per ha meer kunstmeststikstof gegeven). De balans werkte eveneens goed op

TABEL 2. Enkele resultaten van bemestingsproeven in wintertarwe cv. Apollo, Zevenbergschen Hoek 1986.

bemestingsregime kg N/ha				korrelopbrengst t/ha, 16% vocht	benuttingsefficiëntie kg korrel/kg N toegediend
N1	N2	N3	Ntot		
0	0	0	0	5,2	
80	60	0	140	11,2	42,9
80	120	120	320	11,5	19,7
100	60	40	200	11,8	33,0 1)
80	65	60	205	11,7	31,7 2)

1) bemesting volgens Nmin-methode

2) bemesting volgens Nbalans-methode

De Eest, voor een zavelgrond in de Noord-oostpolder (hier was de geadviseerde kunstmestgift volgens balansmethode en Nmin-methode gelijk, maar leverde de eerste 240 kg korrel per ha meer op, waarschijnlijk als gevolg van een gunstiger verdeling van de totaal toegediende hoeveelheid kunstmest over de bemestingstijdstippen).

Concluderend moet worden gezegd, dat de Nbalans-methode geen duidelijk betere resultaten heeft opgeleverd dan de Nmin-methode, terwijl de tendens bestaat tot advisering van te hoge giften, hetgeen zowel uit kosten oogpunt als uit milieu oogpunt ongewenst is.

Simulatiemethode

Zoals bleek uit de resultaten van de adviseringen volgens de balansmethode kon ook daarbij nog onvoldoende rekening worden gehouden met de invloeden van de specifieke omstandigheden tijdens het groeiseizoen op stikstofbehoefte van het gewas en stikstoflevering uit natuurlijke bronnen. Dit probleem zou voor een groot deel opgelost kunnen worden door het gebruik van simulatiemodellen. Zowel voor de groei van gewassen en de effecten van water- en/of stikstofgebrek daarop, als voor de waterhuishouding en de stikstofhuishouding in de bodem zijn de laatste jaren dynamische modellen ontwikkeld, die voor dat doel gebruikt kunnen worden (8,9).

In het model dat gebruikt is voor de stikstofadviesering binnen het project (8) worden de fysische en chemische bodemeigenschappen van het perceel waarvoor de advisering moet worden opgesteld ingebracht, naast de voor het model relevante specifieke eigenschappen van de gebruikte cultivar. Daarnaast moeten van de van belang zijnde toestandsvariabelen van grond en gewas aan het begin van de simulatieperiode de beginwaarden worden ingevoerd, afgeleid uit metingen of op andere wijze verkregen. Het betreffende model is zodanig vereenvoudigd, dat de voor het perceel specifieke parameters die nodig zijn, makkelijk zijn af te leiden uit veldmetingen.

De modelberekeningen beginnen 'standaard' op de zaaidatum. Het model bevat kwantitatieve beschrijvingen van de kieming, de transpiratie, de fenologische ontwikkeling van het gewas, de bruto koolzuurassimilatie, de ademhaling, de verdeling van de beschikbare assimilaten over de verschillende organen als functie van het ontwikkelingsstadium, de omzetting van assimilaten in structureel plantenmateriaal, en de lengtegroei van het wortel-

systeem. Opname van stikstof uit de bodem, als functie van de beschikbaarheid van het element, bepaald door de lengte van het wortelsysteem en de vochtverdeling in de grond, wordt beschreven. De verdeling in het gewas hangt af van de behoefte aan stikstof van de verschillende organen.

Daarnaast worden de waterbalans en de stikstofhuishouding in de bodem beschreven. Voor de waterbalans zijn beschrijvingen opgenomen van infiltratie, van water-

opname door de wortels, waarbij de wortelingsdiepte een meebepalende variabele is, van verdamping van het bodemoppervlak en van percolatie. De stikstofbalans bevat beschrijvingen van de afbraak van zowel vers als stabiel organisch materiaal in afhankelijkheid van C/N-verhouding, de temperatuur en het watergehalte van de grond, de opname van stikstof door het gewas via massastroming en diffusie en het transport van stikstof door het profiel.

TABEL 3. Enkele resultaten van bemestingsadviezen voor wintertarwe in het seizoen 1986/1987.

bemestingsregime, kg N/ha				korrel t/ha, 16% vocht	benuttingsefficiëntie kg korrel/kg N toegediend
N1	N2	N3	Ntot		
Heverlee, gemiddelde van 5 rassen					
0	0	0	0	3,22	
70	88	50	208	7,08	18,6 1)
70	0	0	70	6,72	50,0 2)
70	20	50	140	7,10	27,7 3)
Neerhespen, gemiddelde van 2 rassen					
40	0	0	40	6,83	
40	55	56	151	7,56	6,6 1)
40	0	40	80	7,54	17,8 2)
Rijsenhout, cv. Don John					
0	0	0	0	7,06	
80	60	40	180	7,59	2,9 4)
60	0	25	85	8,14	12,7 5)
60	60	25	145	8,00	6,5 8)
60	80	80	220	7,67	2,8 6)
Zevenbergschen Hoek, cv. Apollo					
0	0	0	0	4,10	
80	60	40	180	8,84	26,3 4)
140	60	40	240	9,39	22,0 5)
80	80	60	220	8,78	21,3 3)
80	90	90	260	8,33	16,3 6)
De Bouwing, Randwijk, cv. Granta					
0	0	0	0	6,08	
55	80	40	175	7,59	8,6 4)
60	0	0	60	7,07	16,5 7)
60	20	40	120	7,67	13,3 8)
50	60	70	180	7,59	8,4 6)
De Eest, Nagele, cv. Urban					
0	0	0	0	6,25	
40	60	40	140	7,61	9,7 4)
60	30	0	90	7,42	13,3 7)
60	30	50	140	7,85	11,4 8)
50	80	60	190	7,61	9,7 6)

1) advies gebaseerd op Nindex-methode

2) advies gebaseerd op Nbalans-methode, oogstverwachting 8 t/ha

3) advies gebaseerd op Nbalans-methode, oogstverwachting 10 t/ha

4) advies gebaseerd op Nmin-methode

5) hoogst behaalde opbrengst

6) advies gebaseerd op simulatiemethode

7) advies gebaseerd op Nbalans-methode, oogstverwachting 7 t/ha

8) advies gebaseerd op Nbalans-methode, oogstverwachting 9 t/ha

Toepassing

Het model kan nu toegepast worden door het invoeren van 'online'-weersgegevens, waardoor steeds de actuele situatie op de dag van toepassing wordt verkregen. Om te voorspellen, moet men beschikken over te verwachten weersgegevens. Een mogelijkheid hierbij is gebruik te maken van gemiddelde weersgegevens over een lange reeks van jaren. In de praktijk blijkt dat echter slecht te voldoen, omdat bij 'eerst middelen en dan rekenen' in feite gebruik gemaakt wordt van niet-bestaande situaties die tot grote afwijkingen aanleiding kunnen geven (14). Er is daarom gekozen voor 'eerst rekenen en dan middelen', dat wil zeggen dat historische weersgegevens van een lange reeks van jaren in het model worden ingevoerd en de uitkomsten voor die verschillende jaren gemiddeld worden om de te verwachten situatie te beschrijven. Op grond daarvan wordt een oogstverwachting verkregen, alsmede een schatting van de stikstofbehoefte van het gewas. Tegelijkertijd wordt een schatting verkregen van de levering van stikstof uit natuurlijke bronnen, zodat de behoefte aan kunstmeststikstof en het gewenste tijdstip van toediening daaruit kunnen worden afgeleid. Op grond daarvan kan een bemestingsadvies worden opgesteld. Naarmate het groeiseizoen verstrijkt en dus voor een groter deel van de simulatie gebruik gemaakt kan worden van actuele weersgegevens neemt de nauwkeurigheid van de schattingen toe.

Voor de proefvelden in Nederland waarop de balansmethode werd toegepast zijn ook stikstofadviezen geformuleerd op basis van de simulatiemethode (tabel 3). In alle gevallen bleek het bemestingsadvies volgens deze methode aanzienlijk hoger uit te vallen dan op basis van de balansmethode. De voornaamste redenen hiervoor lijken te zijn de te laag gesimuleerde mineralisatiesnelheid en het ontbreken in het model van de versnelde wortelstrekkingsgroei in geval van vochttekorten. Zoals we al hebben gezien waren de adviezen volgens de balansmethode of aan de hoge kant of ongeveer goed, zodat de conclusie getrokken mag worden dat de simulatiemethode tot aanzienlijk te hoge adviezen leidde. Er moet echter op worden gewezen dat deze uitspraak op slechts een beperkt aantal waarnemingen is gebaseerd. Een verdere test van het model lijkt dan ook wenselijk.

Conclusies

Allereerst moet worden geconcludeerd, dat geen van de alternatieve methoden die in



Foto J.J. Neeteson, Haren

De werkgroep op het proefveld te Zevenbergschen Hoek.

het project werden onderzocht een verbetering van de stikstofadviesing te zien gaf, vergeleken met de gangbare Nmin-methode.

Wanneer we echter de experimentele resultaten uit dit project (en die uit andere bronnen) nog eens goed analyseren, blijkt dat de eindopbrengst van tarwe en daarmee de stikstofbehoefte, voor een groot deel wordt bepaald door de weersomstandigheden na de bloei, dus tijdens de korrelvullingsfase. Aan de ene kant is de beschikbaarheid van stikstof op dat ogenblik nog slechts in zeer beperkte mate te beïnvloeden, en de opname door het gewas nog minder. Aan de andere kant is de tegenwoordige kwaliteit van de weersvoorspelling nog niet van dien aard, dat met enige mate van zekerheid de weersomstandigheden tijdens de korrelvullingsfase voorzien kunnen worden.

Daaruit mag dus de conclusie getrokken worden, dat voor een verfijning van de stikstofbemestingsadviesing voor wintertarwe en voor andere akkerbouwgewassen, nog het nodige werk te doen is. Daarbij is vooral een betere kwantitatieve beschrijving van de processen van mineralisatie en immobilisatie een vereiste en een verbetering van de weersvoorspelling op middellange termijn.

Samenvatting

In het kader van onderzoek naar de mogelijkheden om de stikstofadviesing in wintertarwe te verfijnen, zijn binnen een breed opgezet samenwerkingsverband drie methoden, de Nmin-methode, de Nbalansmethode en een methode gebaseerd op het gebruik van een simulatiemodel onder Nederlandse en Belgische proefveldomstandigheden getoetst. De voornaamste conclusies zijn, dat er behoefte bestaat aan een verdere verfijning van de adviesing,

dat de Nmin-methode en de Nbalansmethode in nauwkeurigheid niet veel verschillen, maar dat het gebruikte simulatiemodel aanleiding gaf tot te hoge adviseringen. De voornaamste problemen liggen op het gebied van de beschrijving van mineralisatie en immobilisatie in de grond en de weersvoorspelling op middellange termijn.

Literatuur

1. Borst NP en Mulder C (1971) Stikstofgehalte, stikstofbemesting en opbrengst van wintertarwe op zeezand-, klei- en zavelgronden in Noord-Holland. Bedrijfsontwikkeling (ed. Akkerbouw) 2, 31 - 36.
2. Diltz K (1964) Over de optimale stikstofvoeding van granen. Verslagen van landbouwkundig Onderzoek 641. Wageningen: Pudoc.
3. Diltz K (1981) The nitrogen fertilization of spring barley. Plant and Soil 61, 269 - 276.
4. Diltz K (1988) Efficiency of uptake and utilization of fertilizer nitrogen by plants. In Smith KA and Jenkinson DS, eds. Nitrogen efficiency in agricultural soils and the efficient use of fertilizer nitrogen. (in druk).
5. Diltz K, Darwinkel A, Boon R en Verstraeten LMJ (1982) Intensive wheat production as related to nitrogen fertilisation, crop protection and soil nitrogen: Experience in the Benelux. Proceedings Fertilizer Society 211, 93 - 124.
6. Diltz K en Verstraeten LMJ (1988) Split application of nitrogen to winter wheat: dry matter production and N-recovery as affected by time of application. Proceedings 3rd meeting NW-European Study Group for The Assessment of Nitrogen Fertilizer Requirement. Copenhagen: The Royal Veterinary and Agricultural University (in druk).
7. Greenwood DJ, Neeteson JJ en Draycott A (1985) Response of potatoes to N fertilizer: Quantitative relations for components of growth. Plant and Soil 85, 163 - 183.
8. Groot JJR (1987) Simulation of nitrogen balance in a system of winter wheat and soil. Simulation Reports CABO-TT nr. 13, 69 pp.
9. Keulen H van en Seligman NG (1987) Simulation of water use, nitrogen nutrition and growth of a spring wheat crop. Simulation Monographs. Wageningen: Pudoc, 310 pp.
10. Neeteson JJ en Wadman WP (1987) Assessment of economically optimum application rates of fertilizer N on the basis of response curves. Fertilizer Research 12, 37 - 52.
11. Rémy JC (1981) Etat actuel et perspectives de la mise en oeuvre des techniques de prévision de la fumure azotée. Comptes Rendues de l'Académie Agricole de France 67, 859 - 874.
12. Rémy JC en Viaux Ph (1982) The use of nitrogen fertilizers in intensive wheat growing in France. Proceedings Fertilizer Society 211, 67 - 92.
13. Spiertz JHJ en Ellen J (1978) Effects of nitrogen on crop development and grain growth of winter wheat in relation to assimilation and utilization of assimilates and nutrients. Netherlands Journal of agricultural Science 26, 210 - 231.
14. Wit CT de en Keulen H van (1987) Modelling production of field crops and its requirements. Geoderma 40, 253 - 265.