

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 6-74

DE INVLOED VAN BODEMFACTOREN OP DE MEEST GEWENSTE pH-KCl
VOOR GEWASSEN OP ZAND- EN DALGRONDEN

door

H. LOMAN

1974

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 6-74

IBBRAH 6-74(1974)

INHOUD

1. INLEIDING	3
2. BESCHRIJVING VAN DE GEGEVENS	4
3. WIJZE VAN BEWERKEN	5
4. RESULTATEN	8
5. INVLOED VAN BODEMFACTOREN OP HET EFFECT VAN VERSCHILLEN IN pH	10
a. Invloed van de vruchtbaarheid van de grond op de optimale pH	10
b. Invloed van de fosfaattoestand en -bemesting op het pH-effect	13
c. Invloed van het humusgehalte op de pH en op het effect van de pH	15
6. SAMENVATTING	21
7. LITERATUUR	22
BIJLAGE	23

1. INLEIDING

Een overzicht van de betekenis van verschillen in kalktoestand, gemeten als pH-H₂O, voor de opbrengst van gewassen werd gegeven door Castenmiller (1948). Dat overzicht was gebaseerd op een uitgebreid proefmateriaal, dat echter in hoofdzaak afkomstig was uit de vier noordelijke provincies. Sinds de samenvattende bewerking van Castenmiller zijn veel proeven met kalktrappen genomen terwijl bovendien werd overgegaan van pH-H₂O op pH-KCl. Bij deze overgang van pH-H₂O naar pH-KCl in 1952 werden de pH-H₂O-curven van Castenmiller omgerekend tot pH-KCl-curven. Bij de herziening van het bekalkingsadvies werd daarom de behoefte gevoeld om ook de proefvelden na 1948 in beschouwing te nemen en daarbij uit te gaan van gemeten pH-KCl-waarden. Vooral voor aardappelen was dit gewenst om de door Castenmiller gevonden opbrengst-derving boven pH 4,5 opnieuw te toetsen.

Sluijsmans en Boskma (1959) vonden dat hun curve voor bieten, gebaseerd op gemeten pH-KCl-waarden, goed overeen kwam met de omgerekende curve van Castenmiller. Boskma (1964, 1965) gaf het verband aan tussen pH-KCl en de opbrengst van stoppelknollen en bladkool. Thans zijn voor aardappelen, gerst, tarwe en mais gegevens verzameld van proefvelden waarop de kalktoestand als pH-KCl was bepaald.

In dit verslag worden de resultaten van de oude en nieuwe berekeningen met elkaar vergeleken en de invloed van bodemfactoren op het effect van verschillen in pH beschreven.

2. BESCHRIJVING VAN DE GEGEVENS

Aan de hand van de lijst van proeven van consulentschappen, onderzoekinstituten en andere instellingen werd nagegaan welke kalkproefvelden er sinds 1946 waren aangelegd of nog in studie waren. Dit leverde voor aardappelen, gerst, tarwe en mais resp. 525, 75, 30 en 30 proefjaren op. Van deze proefjaren vielen er een aantal af omdat er bijvoorbeeld geen pH-KCl was bepaald, het pH-traject te kort was, gebrekssymptomen voorkwamen die mogelijk de pH-reactie hadden beïnvloed, of omdat de proefnemer het proefjaar onbetrouwbaar achtte. Na deze selectie bleven er voor aardappelen, gerst, tarwe en mais resp. 200, 33, 23 en 19 proefjaren over. De gebruikte proefvelden en proefjaren zijn vermeld in de bijlage.

3. WIJZE VAN BEWERKEN

Eerst is voor elk proefjaar de opbrengst grafisch uitgezet tegen de pH-KCl van de grond. Door de puntenzwerm werd vervolgens een zo goed mogelijk passende kromme getekend. Hierbij werd er voor gezorgd dat sommatie van de verticale afwijkingen van de punten tot de kromme nul opleverde. Figuur 1 geeft enkele voorbeelden voor het gewas aardappelen. De figuren 1A en 1B tonen een nauw verband tussen opbrengst en pH, terwijl de figuren 1C en 1D laten zien dat de samenhang ook wel minder nauw kan zijn. Figuur 1D toont tevens waarom sommige proefvelden of objecten niet in de uiteindelijke bewerking zijn opgenomen. In het proefveldverslag was vermeld dat in de objecten zonder stalmest vrij algemeen magnesiumgebrek optrad, terwijl in de objecten met stalmest geen gebrek werd geconstateerd. Hierdoor viel het proefveld uiteen in twee gedeelten. In de uiteindelijke bewerking is alleen de kromme betrekking hebbende op de objecten met stalmest (geen magnesiumgebrek) opgenomen.

De gemiddelde invloed van de verschillen in pH op de opbrengst kan niet worden berekend door de krommen eenvoudig te gaan middelen, omdat de pH-trajecten elkaar niet volledig overlappen. De beste schatting, die tevens eenvoudig is uit te voeren, van de vorm van de gemiddelde curve wordt verkregen door voor kleine pH-intervallen de opbrengstverandering te bepalen. Hiervoor werd van elke kromme per 0,2 pH-eenheid de opbrengstverandering afgelezen, evenals de opbrengst bij pH 4,6. Daarna werd per pH-interval de gemiddelde verandering berekend. Deze gemiddelde veranderingen werden gesommeerd vanaf pH 4,6 naar hogere en lagere waarden. De aldus verkregen gesommeerde curve (voor aardappelen zie figuur 2 met de rechter y-as) geeft de beste schatting van de vorm van de curve die de gemiddelde samenhang tussen opbrengst en pH-KCl weergeeft, maar het

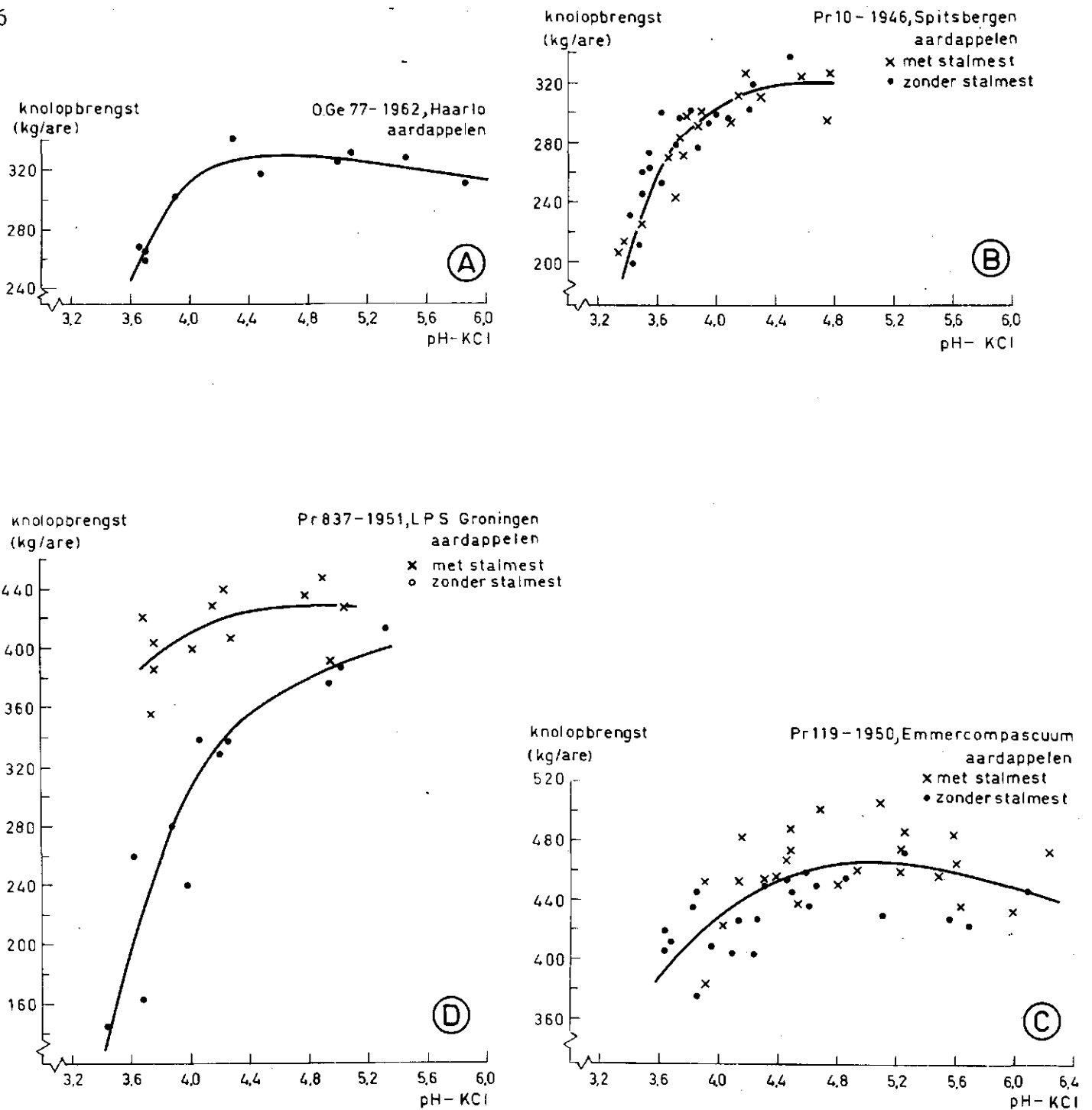


Fig. 1. Verband tussen knolopbrengst en pH van de grond voor de veldjes van één proefveld.

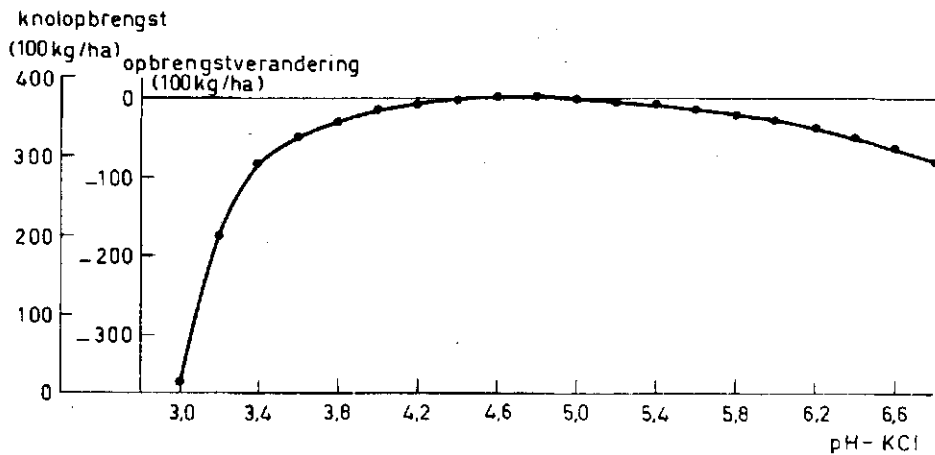


Fig. 2. Berekening van de gemiddelde samenhang tussen opbrengst van aardappelen en pH-KCl.

opbrengstniveau ontbreekt nog. Hiervoor wordt de gemiddelde opbrengst bij pH 4,6 genomen. Deze keuze is in zekere zin willekeurig. Motieven hierbij zijn onder andere, dat deze pH op veel proefvelden voorkomt en past in de verdere bewerkingen zoals vermeld in paragraaf 5a. Uit de gesommeerde opbrengstveranderingen ten opzichte van pH 4,6 en de gemiddelde opbrengst bij pH 4,6 is de linker y-as van figuur 2 geconstrueerd. Nu kan op eenvoudige wijze het verband tussen kalktoestand en relatieve opbrengst worden berekend.

4. RESULTATEN

Om de invloed van verschillen in kalktoestand op de opbrengst gemakkelijk te kunnen beoordelen en de gewassen onderling te vergelijken, is gebruik gemaakt van relatieve opbrengsten. In tabel I worden de nieuw berekende relatieve opbrengsten vergeleken met die van Castenmiller. De nieuw berekende

TABEL I. Vergelijking van de nieuwe relatieve opbrengsten (I) met die van Castenmiller (II)

pH-KCl	Aardappelen		Gerst		Tarwe		Mais		
	I	II	I	II	I	II	korrel	kolf	gewas
3,5	82	82	23	40	35	70	33	-	51
4,0	96	97	75	85	83	94	84	82	85
4,5	99½	100	91	97	97	99	97	97	97
5,0	99½	97	98	100	100	100	100	100	100
5,5	96½	94	100	100	98½	100	97	97	97
6,0	92	87	98	99½	96	99	94	-	88

reactie voor aardappelen is bij pH-waarden van 4,5 en lager vrijwel gelijk aan die van Castenmiller. Het pH-optimum ligt iets hoger (4,7 versus 4,5) maar bij pH-waarden van 5 en hoger is de nieuw berekende opbrengstderving duidelijk kleiner dan bij Castenmiller. Van de nieuwe curven voor gerst en tarwe is het stijgende gedeelte en de optimale pH ten opzichte van die van Castenmiller als het ware naar rechts verschoven. Castenmiller vermeldde geen curve voor mais. Uit de thans berekende curve blijkt dat de pH-reactie van mais overeenkomt met die van tarwe. De curven voor korrel, kolf en het gehele gewas zijn vrijwel identiek. Dit betekent dat korrelmais en snijmais eenzelfde pH-reactie vertonen. Alleen bij pH-waarden lager dan 4 is door een slechte korrelzetting de pH-reactie van de korrel wat sterker dan die van het gehele gewas.

Een samenvatting van de reacties van gewassen op de pH, ontleend aan de meest recente gegevens, is weergegeven in tabel II. Bladkool is niet in de tabel opgenomen omdat de door Boskma gegeven curve op slechts twee proefvelden berust. Deze weinig betrouwbare curve komt ongeveer overeen met die van haver. Tabel II is de basis waarop het nieuwe adviesschema berust. Duidelijk blijkt dat bieten tot zeer hoge pH-waarden sterk reageren op de kalktoestand. Ook gerst groeit het beste bij een vrij hoge pH, nl. 5,5. Tarwe, mais en stoppelknollen volstaan met een pH van ca. 5. Rogge en aardappelen stellen de laagste eisen aan de kalktoestand; een pH van ruim 4,5 is voldoende.

TABEL II. Gemiddelde samenhang tussen de relatieve opbrengst en de pH van de grond

Gewas	pH-KCl					
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Bieten	30	62	77	84	90	94
Gerst	23	75	91	98	100	98
Tarwe	35	83	97	100	98½	96
Stoppelknollen	69	85	96	100	100	97
Mais	51	85	97	100	97	88
Haver	68	92	99	100	100	99½
Rogge	80	97	100	99	97	94
Aardappelen	82	96	99½	99½	96½	92

5. INVLOED VAN BODEMFACTOREN OP HET EFFECT VAN VERSCHILLEN IN pH

Castenmiller (1948) stelde dat op de zeer humusrijke gronden met een iets lagere pH kon worden volstaan. Gezien echter het kleine areaal van deze gronden heeft hij dit niet nader uitgewerkt. Daarnaast stelde hij dat niet was gebleken dat de veenkoloniale gronden (veelal humusrijk) een ander verband tussen pH en opbrengst vertoonden dan de zandgronden (humeus of humusarm).

Castenmiller merkte op dat de vorm van de pH-krommen weliswaar een zekere overeenkomst vertoont, maar toch sterk uiteen kan lopen. Dit zou een gevolg kunnen zijn van de onderlinge verhoudingen van kationen (met uitzondering van H^+) waarover de pH- H_2O geen uitspraak doet. De opbrengst zou daarnaast nog afhankelijk zijn van de factor algemene vruchtbaarheidstoestand. Naarmate de vruchtbaarheid hoger is, zou met een lagere pH kunnen worden volstaan.

Bij aardappelen werd geconstateerd dat bij een pH hoger dan 5 een opbrengstderving optreedt. Er werd gesuggereerd dat dit zou worden veroorzaakt door een verminderde beschikbaarheid van fosfaat. Een hoge pH zou P-gebrek en daardoor lagere opbrengsten veroorzaken.

In dit verslag zal de invloed van het algemene vruchtbaarheidsniveau, van de fosfaattoestand en van het gehalte aan organische stof op het effect van de pH, aan de hand van het uitgebreide proefmateriaal van aardappelen, nader worden behandeld.

a. Invloed van de vruchtbaarheid van de grond op de optimale pH

Volgens onderzoeken van Bruin (1936) en Visser (1938, 1939, 1943) bestaat er een samenhang tussen de algemene

vruchtbaarheidstoestand van de grond, waarvoor het opbrengstniveau als maat werd gebruikt, en de optimale pH. Een hoog vruchtbaarheidsniveau zou het nadelige effect van een iets te lage pH kunnen neutraliseren. Visser (1943) gaf echter ook al aan dat deze verschuiving duidelijk aan betekenis verloor wanneer pH-KCl in plaats van pH-H₂O werd gebruikt.

In het huidige proefmateriaal van aardappelen werd deze verschuiving op twee manieren getoetst:

(1) Voor alle opbrengstkrommen werd bepaald bij welke pH-KCl en opbrengst de 15°-raaklijn de kromme raakt. Deze raakpunten zijn bij benadering de pH-waarden, waarbij de opbrengstdepressie ten opzichte van het te bereiken maximum gelijk is. De keuze van de helling is in zekere zin willekeurig. Een helling van 15° resp. 30° komt overeen met 26,8 resp. 57,7 kg/ha per 1,0 pH. De gevonden pH-waarde werd uitgezet tegen de bijbehorende opbrengst (fig. 3).

(2) Van alle opbrengstkrommen werd de opbrengstverandering afgelezen tussen pH-KCl 4,6 en 5,2. Deze opbrengstveranderingen werden uitgezet tegen de opbrengst bij pH 4,6 (fig. 4a en 4b).

Indien bij een hoger vruchtbaarheidsniveau (≈ opbrengstniveau) met een lagere pH-KCl zou kunnen worden volstaan, dan zou de lijn die het gemiddelde verband in de figuren 3 en 4 weergeeft, van linksboven naar rechtsonder moeten lopen. De figuren tonen aan dat dit zeker niet het geval is. Er bestaat dus bij aardappelen geen verband tussen het opbrengstniveau en de meest gewenste pH-KCl. Sluijsmans en Boskma (1959) kwamen voor bieten met pH-KCl tot dezelfde conclusie.

Het is verklaarbaar waarom met pH-H₂O wel en met pH-KCl geen invloed wordt gevonden. Immers pH-H₂O wordt wel en pH-KCl wordt niet beïnvloed door de zoutconcentratie van de bodemoplossing. Van een vruchtbare grond (hoge opbrengst) zal de concentratie van de bodemoplossing hoger zijn dan van een arme grond (lage opbrengst). Daardoor wordt voor eenzelfde pH in de vruchtbare grond in een waterig extract een lagere waarde gevonden dan in de arme grond. Dit veroorzaakt de

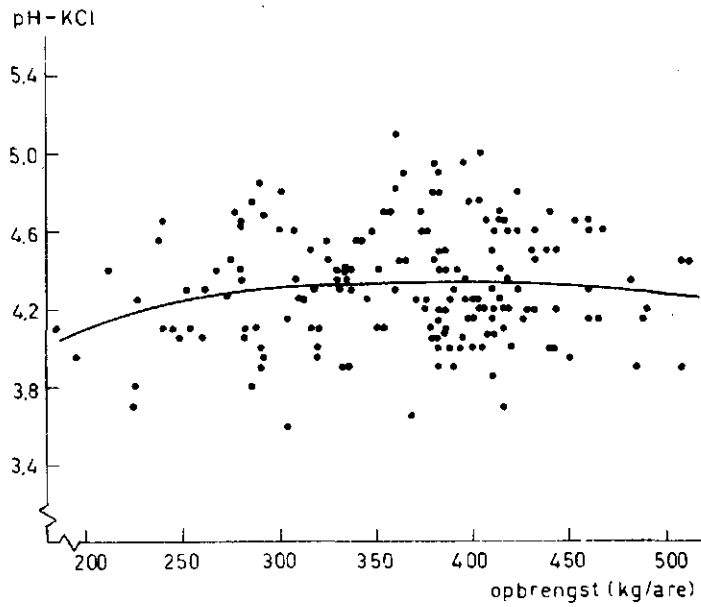


Fig. 3. Samenhang tussen de pH waar de 15^o-raaklijn de opbrengstcurve van de aardappelen raakt en de opbrengst bij dat raakpunt.

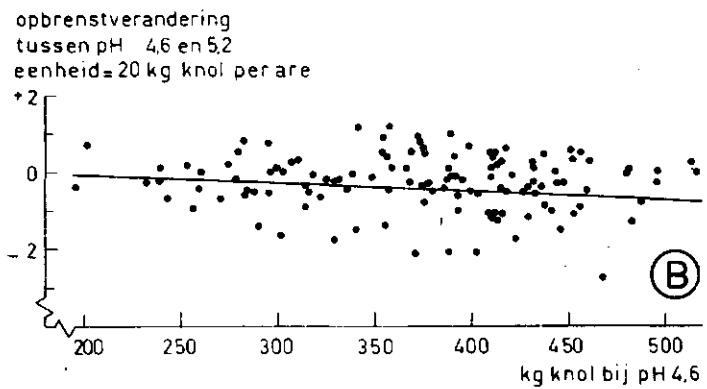
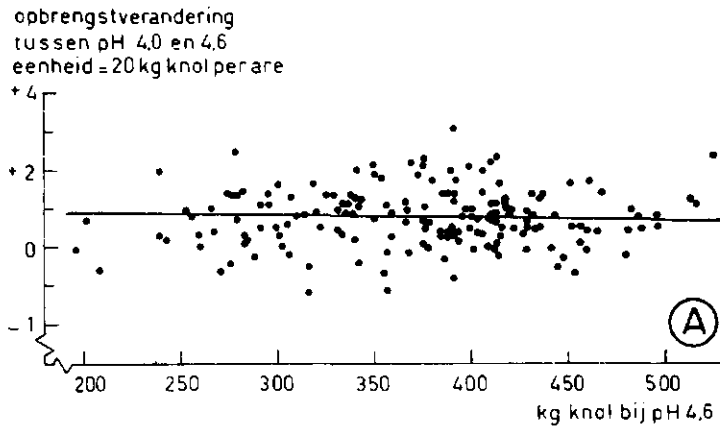


Fig. 4. Verband tussen de opbrengstveranderingen van aardappelen op de pH-trajecten 4,0-4,6, resp. 4,6-5,2, en het opbrengstniveau bij pH-KCl 4,6.

door Visser gevonden optimum verschuiving. Bij pH-KCl worden echter de verschillen in zoutconcentraties genivelleerd door de 1N KCl-oplossing. Eenzelfde pH wordt nu op beide gronden als eenzelfde pH-KCl gemeten waardoor er geen verschuiving van het pH-optimum optreedt.

b. Invloed van de fosfaattoestand en -bemesting op het pH-effect

Een van de mogelijke oorzaken van de daling van de opbrengst van aardappelen bij pH-waarden hoger dan 5, zou een geïnduceerd fosfaatgebrek kunnen zijn. Door een hoge fosfaattoestand en/of een hoge fosfaatbemesting zou deze opbrengstderiving kunnen worden voorkomen. In het proefmateriaal waren weinig gegevens over P-AL en in het geheel geen gegevens over Pw. Wel was op een voldoende aantal proefvelden het P-getal bepaald. Met P-getal en P-bemesting werd de volgende bewerking uitgevoerd.

Uit de opbrengstcurve uitgezet tegen de pH werd afgelezen welke opbrengstverandering optrad door de pH te verhogen van 3,6 naar 4,0. Uit het verband tussen P-getal en pH werd het P-getal bij pH 3,6 afgelezen (globaal daalde het P-getal met 1 eenheid als de pH met 0,4 eenheid toenam). Met behulp van deze gegevens werd figuur 5A samengesteld. Op dezelfde wijze werden voor de hogere pH-klassen de figuren 5B t/m F verkregen. In al deze figuren is het effect van een verhoging van de pH onafhankelijk van de fosfaattoestand.

In figuur 6A werd de opbrengstverandering door de pH te verhogen van 3,6 naar 4,0 uitgezet tegen de fosfaatbemesting. De figuren 6B t/m F voor hogere pH-klassen zijn op dezelfde wijze verkregen. De figuren laten zien dat het nadelige effect van een te hoge pH niet kan worden opgeheven door een ruime fosfaatbemesting.

De conclusie uit de fig. 5 en 6 is dat de daling van de opbrengst van aardappelen bij pH-KCl-waarden hoger dan 5 niet kan worden voorkomen door een hoge fosfaattoestand of een hoge fosfaatbemesting.

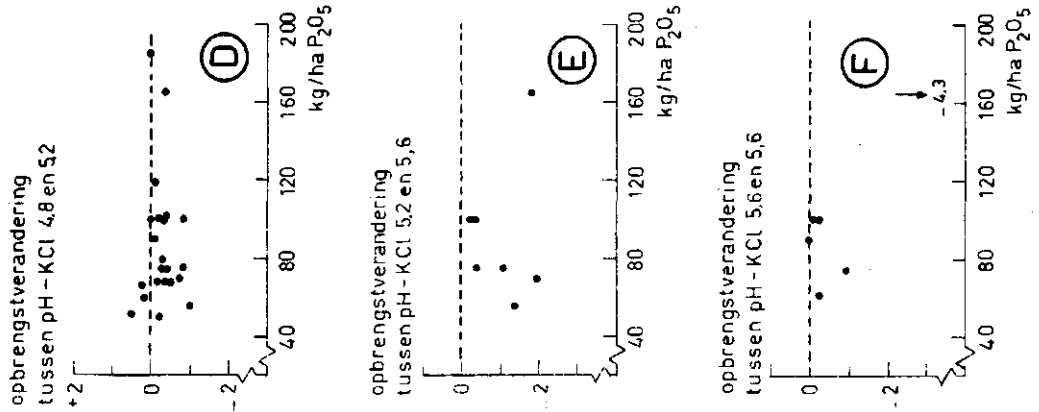


Fig. 5. Verband tussen de opbrengstveranderingen op verschillende pH-intervallen en de fosfaattoestand bij aardappelen.

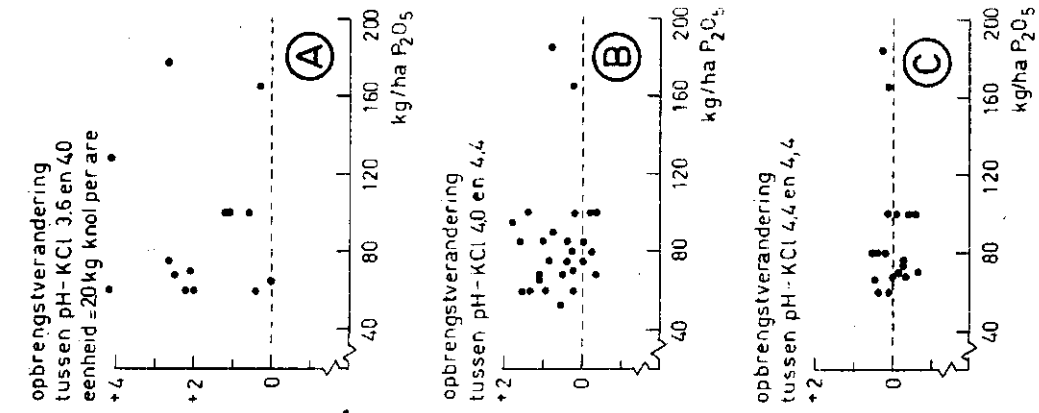


Fig. 6. Verband tussen de opbrengstveranderingen op verschillende pH-intervallen en de fosfaatbesteding bij aardappelen.

c. Invloed van het humusgehalte op de pH en op het effect van de pH

Castenmiller (1948) constateerde dat op zeer humusrijke gronden met een iets lager advies-pH kon worden volstaan. Gezien het kleine areaal van deze (veen)gronden heeft hij dit in zijn publikatie niet verder uitgewerkt. Op twee manieren is thans, aan de hand van het proefmateriaal van aardappelen, nagegaan of de vorm van de opbrengstkromme en het pH-optimum samenhangen met het humusgehalte.

(1) Helling van de curve. Als maat voor deze helling werd van elke opbrengstkromme de opbrengstverandering op het pH-KCl-traject 4,0-4,6, resp. 4,6-5,2, uitgezet tegen het humusgehalte van het proefveld.

(2) Raakpunten. Voor elke opbrengstkromme werd bepaald bij welke pH-KCl de raaklijn van 30° , 15° en 0° de kromme raakte. De "raak-pH" werd uitgezet tegen het humusgehalte.

Ad (1). In fig. 7A zijn alle beschikbare opbrengstveranderingen tussen pH-KCl 4,0 en 4,6 uitgezet tegen het humusgehalte. Fig. 7B geeft de gemiddelde lijn door deze punten. In deze figuur is tevens de gemiddelde lijn voor de opbrengstverandering op pH-KCl-interval 4,6-5,2 gegeven. Het blijkt dat inderdaad de opbrengstveranderingen worden beïnvloed door het humusgehalte. Met behulp van figuur 7 kunnen de pH-KCl-opbrengstcurven bij verschillende humusgehalten worden geconstrueerd (fig. 8). Het blijkt nu dat het humusgehalte niet de vorm van de curve beïnvloedt maar wel de ligging ervan. De curve bij 14% humus is ten opzichte van die bij 2% humus naar links verschoven, maar niet van vorm veranderd. De aardappelcurve uit tabel II valt samen met die van 8% humus.

Ad (2). In figuur 9 zijn alle "raak-pH's" weergegeven van de 30° -raaklijn. Bij hogere humusgehalten wordt het raakpunt bij lagere pH-waarden gevonden. Figuur 10 geeft de gemiddelde lijnen voor de 30° , de 15° en de 0° -raaklijn en de lijn die de verschuiving van de optimale pH, berekend via de opbrengstveranderingen, aangeeft. Werkwijze 1 en 2 geven hetzelfde resultaat:

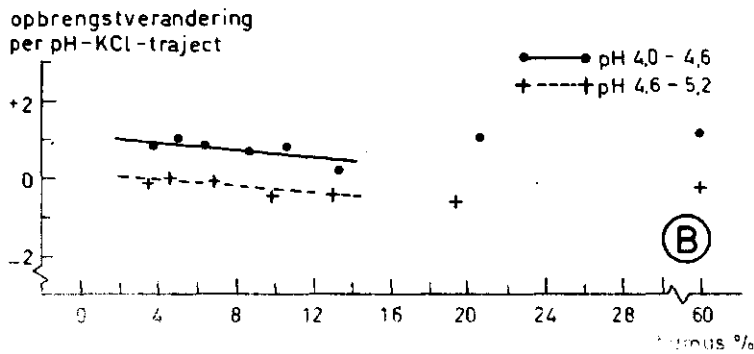
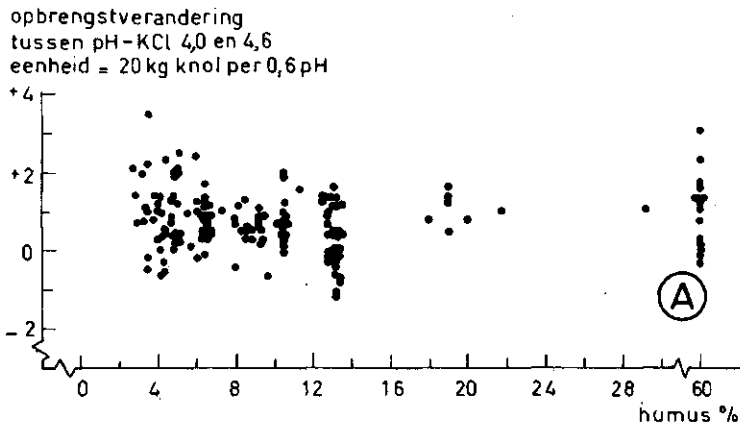


Fig. 7. Verband tussen de opbrengstveranderingen van aardappelen op verschillende pH-intervallen en het humusgehalte.

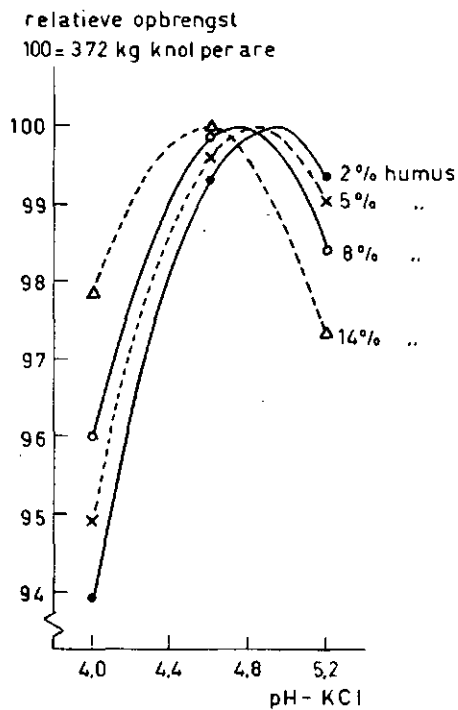


Fig. 8. De invloed van het humusgehalte op de relatieve knolopbrengst van aardappelen.

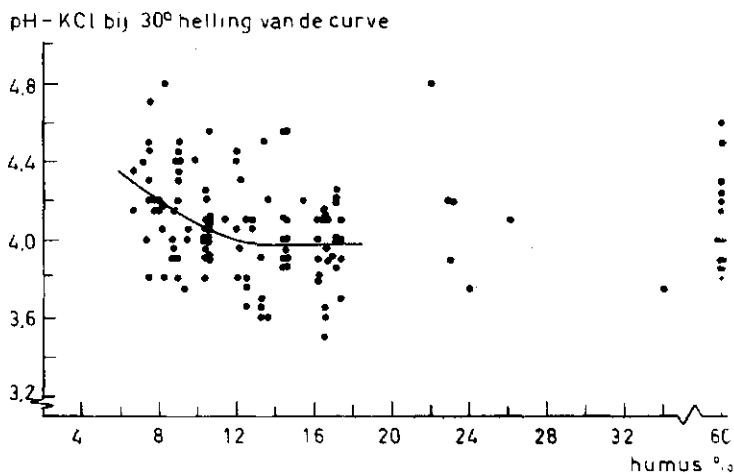


Fig. 9. Samenhang tussen de pH-waarden waarbij de helling van de opbrengstcurven van aardappelen 30° bedraagt, en het humusgehalte van de grond.

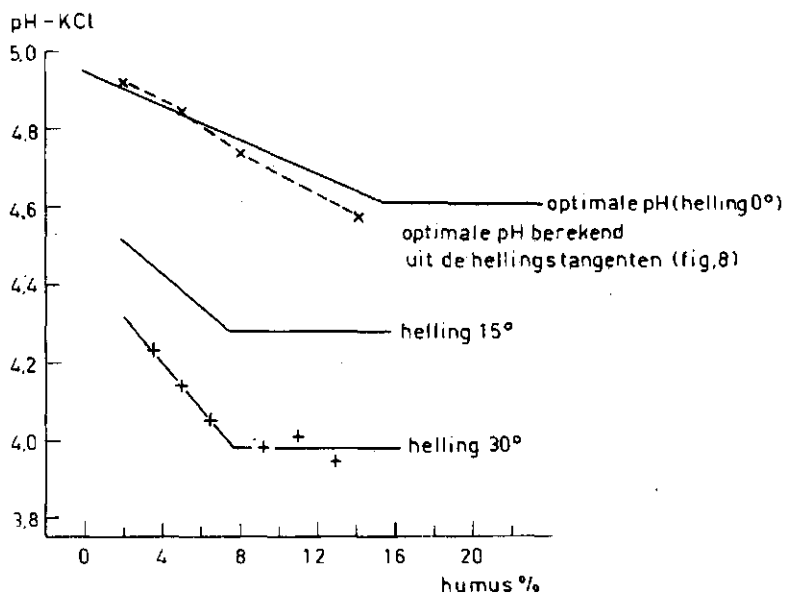


Fig. 10. Verband tussen meest gewenste pH-KCl van aardappelen en het humusgehalte.

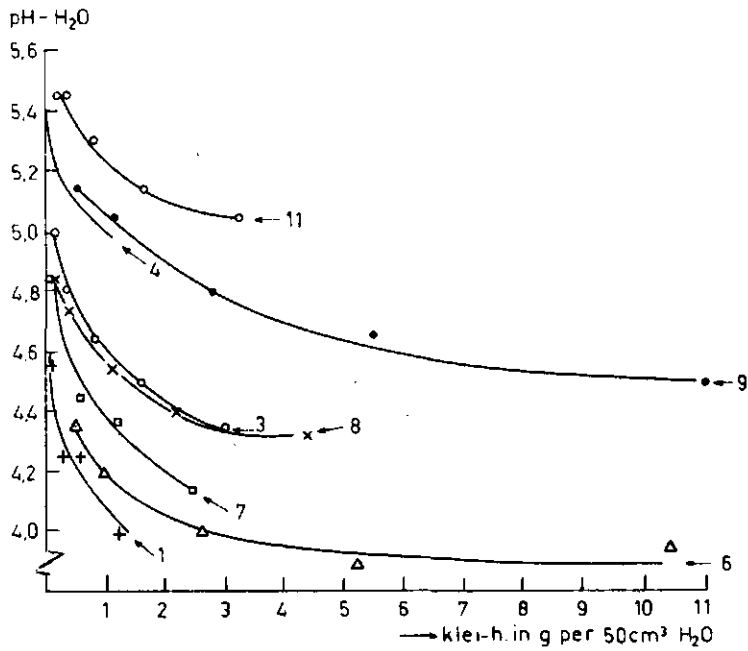


Fig. 11. Verband tussen de hoeveelheid adsorberend materiaal in het grondmonster en de gemeten pH-H₂O. (Fig. 5 uit Bruin, 1935.)

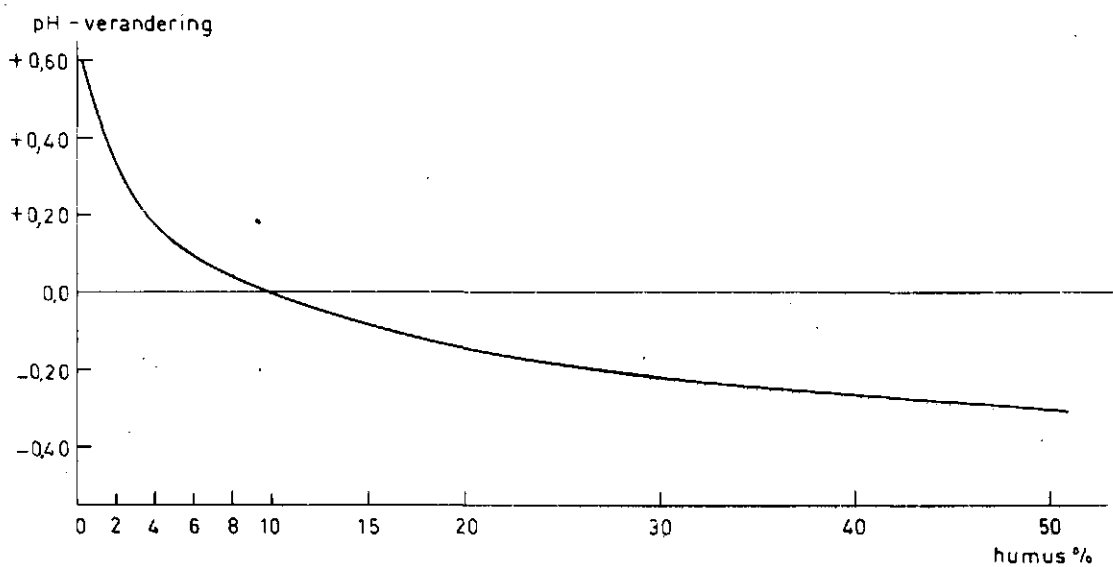


Fig. 12. Verandering in de gemeten pH onder invloed van het humusgehalte.

bij hogere humusgehalten mag de advies-pH voor aardappelen lager zijn.

Sluijsmans en Boskma (1959) constateerden bij bieten eenzelfde samenhang. Zij merkten op dat dit verband mogelijk samenhang met de methodiek van de pH-bepaling. Zij konden daardoor het kleine verschil tussen de curven voor bietenopbrengsten op zand- en dalgronden verklaren.

Het is gebruikelijk om bij de pH-bepaling uit te gaan van een vaste hoeveelheid grond (5 g) en een vaste hoeveelheid vloeistof (25 ml 1N KCl). Bruin (1935) heeft laten zien dat er veel voor te zeggen is om niet uit te gaan van een vaste hoeveelheid grond, maar van een vaste hoeveelheid adsorberend materiaal. Bruin ging uit van 1, 2, 5, 10 en 20 g grond op 50 ml water en bepaalde toen de pH (fig. 11 = fig. 5 van Bruin). Uit figuur 11 is figuur 12 te construeren waar de gemiddelde pH-verandering onder invloed van het humusgehalte is weergegeven bij de huidige methodiek van 5 g grond in 25 ml 1N KCl. Helemaal correct is deze figuur niet. Immers zowel in figuur 11 als in figuur 12 is op de y-as een pH-H₂O-verandering uitgezet. De y-as zou gecorrigeerd moeten worden met behulp van de D-waarde (= verschil tussen pH-H₂O en pH-KCl). De grootte van de D-waarde wordt echter ook weer beïnvloed door het humusgehalte (Visser, 1943). Het saldo is uiteindelijk dat er kan worden gerekend alsof op de y-as van figuur 12 pH-KCl veranderingen zijn uitgezet.

Alle beschikbare lijnen die het verband tussen pH en humusgehalte weergeven (fig. 10, fig. 12 en de bietenlijn van Sluijsmans en Boskma) zijn samengebracht in figuur 13. Alle lijnen vertonen hetzelfde beeld. De conclusie is dat de daling van de meest gewenste pH voor aardappelen en bieten bij hogere humusgehalten wordt verklaard uit het feit dat er zich bij hogere humusgehalten meer adsorberend materiaal in de afgewogen 5 g grond bevindt. Bij humusgehalten lager dan 8% bedraagt deze daling 0,35 à 0,40 pH-eenheden per 10 % humus.

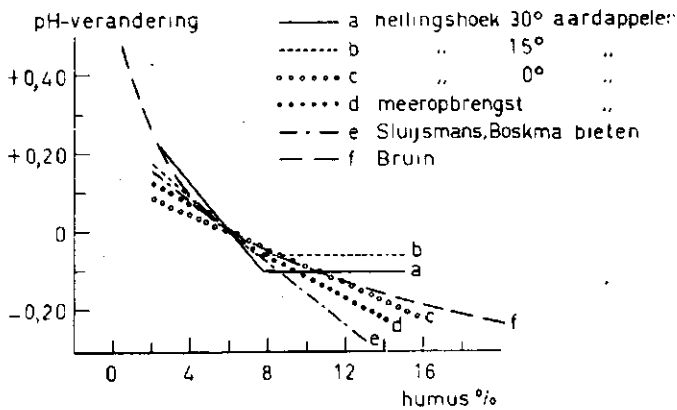


Fig. 13. Verandering van de gemeten pH (lijn 1) en wijziging van de optimale pH (lijnen a-e) onder invloed van het humusgehalte.

Bij humusgehalten van 8 tot 15% bedraagt deze daling ongeveer 0,20 eenheden per 10% humus. Een uitspraak over het effect bij nog hogere humusgehalten laat het materiaal niet toe. De grens 8% humus is gekozen omdat de Stiboka dit percentage hanteert als grens tussen humeuze en humusrijke zandgrond. Dit humuseffect betekent dat op de noordelijke zandgronden (gemiddeld 7 à 8% humus) en op de veenkoloniale gronden met veelal 10 à 15% humus de advies-pH ongeveer 0,15 resp. 0,25 eenheden lager zou mogen zijn dan op de gemiddelde zuidelijke zandgrond met gemiddeld 3 à 4% humus.

6. SAMENVATTING

Bij de overgang van pH-H₂O naar pH-KCl in 1952 werden de curven van Castenmiller uit 1948, die de reactie van de gewassen op verschillen in pH-H₂O aangaven, met behulp van het gemiddelde verband tussen pH-H₂O en pH-KCl omgerekend in pH-KCl-curven. Op deze omgerekende curven was het pH-advies gebaseerd. Sindsdien zijn voor bieten, stoppelknollen en bladkool curven berekend die gebaseerd waren op gemeten pH-KCl-waarden.

Thans zijn ter herziening van het pH-advies voor aardappelen, gerst, tarwe en mais nieuwe curven berekend, die het verband tussen opbrengst en pH-KCl aangeven. Het bleek dat volgens de nieuwe berekeningen de aardappel een pH-optimum heeft van 4,7 en dat de opbrengstdaling bij hogere pH duidelijk geringer is dan de oude curve aangeeft. Tarwe en gerst vragen een enigzins hogere pH dan de oude curven aangeven. Korrelmais en snijmais vertonen een pH-reactie die overeenkomt met die van tarwe.

Tussen de proefvelden kunnen grote verschillen voorkomen in de invloed van de pH op de opbrengst. Getracht werd deze verschillen, aan de hand van het uitgebreide proefmateriaal van aardappelen, te verklaren uit enkele bodemfactoren. Het bleek dat het opbrengstniveau, de fosfaattoestand en de fosfaatbemesting geen invloed hadden op het effect van verschillen in pH op de opbrengst. Het humusgehalte had dit wel. Er is aangetoond dat bij hogere humusgehalten met een lager advies-pH kan worden volstaan. Dit wordt verklaard door de huidige methodiek van de pH-bepaling. Naarmate er zich meer adsorberend materiaal in de afgewogen 5 g grond bevindt, wordt een lagere pH gemeten. Hierdoor kan, ten opzichte van de gemiddelde noordelijke zandgrond, de advies-pH op de gemiddelde zuidelijke zandgrond 0,15 pH-eenheden hoger zijn en op de gemiddelde veenkoloniale grond 0,10 pH-eenheden lager.

7. LITERATUUR

- Boskma, K., 1964. Kalktoestand van de grond en opbrengst van stoppelknollen. Landbouvoorlichting 21: 435-438.
- Boskma, K., 1965. Kalktoestand van de grond en opbrengst van bladkool. Landbouvoorlichting 22: 716-717.
- Bruin, P., 1935. De methodiek der zuurgraadsbepaling van den grond en haar betekenis. Landbouwkd. Tijdschr. 47: 1-28.
- Bruin, P., 1936. Samenvatting van enige resultaten van kalkproefvelden op bouwland. Versl. Landbouwkd. Onderz. 42(18)A.
- Castenmiller, C.M., 1948. De betekenis van de kalktoestand van het Nederlandse bouwland voor de toekomstige productiemogelijkheden van de akkerbouw. Landbouwkd. Tijdschr. 60: 92-106.
- Sluijsmans, C.M.J. en Boskma, K., 1959. Kalktoestand van de grond en opbrengst van bieten op zand- en dalgrond. Versl. Landbouwkd. Onderz. 65. 18.
- Visser, W.C., 1938. Kalktoestand en oogstopbrengst. Versl. Landbouwkd. Onderz. 44(6)A: 47 pp.
- Visser, W.C., 1939. Kalktoestand en oogstopbrengst II. Kenia-gerst. Versl. Landbouwkd. Onderz. 45(14)A: 23 pp.
- Visser, W.C., 1943a. Kalktoestand en oogstopbrengst III. Haver. IV. Aardappelen. Versl. Landbouwkd. Onderz. 49(1)A: 28 pp.
- Visser, W.C., 1943b. Onderzoekingen betreffende enige kalktoestands-karakteristieken. Versl. Landbouwkd. Onderz. 49(3)A: 60 pp.

BIJLAGE

Overzicht van de gebruikte proefvelden en -jaren en van de bijbehorende gehalten aan organische stof van de grond voor de gewassen aardappelen, gerst, tarwe en mais

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %
<i>Aardappelen</i>			
Z Gr 599	1951	Stadskanaal	17,0
Z Gr 601	1952	Onstwedde	7,0
Z Gr 1182	1960	Borgercompagnie	7,3
Z Gr 1320	1960	Slochteren	18,0
Zw F 329	1951	Nijemirdum	4,4
D 556	1951	Beilen	9,4
D 557	1952	Pesse	9,8
D 558	1951	Buinerveen	21,8
OD 49	1952	Emmen	8,1
OD 50	1951	Ees	8,0
OD 52	1953	Dalen	9,4
OD 57	1952	Orvelte	9,1
OD 59	1953	Oud-Schonebeek	29,2
OD 67	1953	Padhuis	20,0
OD 611	1954	Westerbork	9,3
OD 611	1957	Westerbork	9,3
OD 632	1957	Nw-Amsterdam	12,5
OD 633	1956	Gieterveen	21,0
WD 64	1951	Zeijen	9,2
WD 65	1950	Spier	9,7
WD 65	1954	Spier	9,7
WD 68	1950	Loon	8,5
WD 71	1951	Smilde	22,1
WD 77	1951	Zuidwolde	9,6

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
WD	204	1954	Ruinen	12,5
WD	205	1954	Vledder	13,2
WO	1107	1950	Dalfsen	7,4
OO	892	1951	Wierden	7,8
OGe	15	1954	Warnsveld	4,8
OGe	15	1957	Warnsveld	4,8
OGe	15	1960	Warnsveld	4,8
OGe	72	1958	Ruurlo	8,0
OGe	72	1961	Ruurlo	8,0
OGe	72	1964	Ruurlo	8,0
OGe	77	1953	Haarlo	4,0
OGe	77	1958	Haarlo	4,0
OGe	77	1962	Haarlo	4,0
OGe	1000	1951	Winterswijk	5,9
OGe	1192	1954	Geesteren	5,6
OGe	1193	1954	Winterswijk	6,0
OGe	1193	1959	Winterswijk	6,0
Ve	482	1950	Bennekom	4,9
Ve	919	1956	Beekbergen	7,4
Ve	1003	1955	Wapenveld	5,1
Ve	1003	1959	Wapenveld	5,1
U	487	1952	Rhenen	2,9
WB	1068	1950	Heusdenhout	4,1
WB	1445	1951	Hoeven	3,9
WB	1722	1950	Zundert	4,6
WB	1975	1955	Made	3,6
OB	3051	1953	Liempde	3,5
OB	3178	1951	Eersel	4,7
OB	3178	1955	Eersel	4,7
OB	3373	1955	Gemert	4,7
L	1090	1949	Bergen	2,8
L	1095	1950	Sevenum	4,7
L	1096	1950	Helden	3,3

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
L	1099	1950	Roggel	4,1
L	1101	1948	Belfeld	3,4
L	1103	1949	Echt	4,5
NL	87	1955	Middelaar	2,7
NL	88	1955	Velden	6,0
NL	89	1955	Venray	5,7
NL	90	1954	Sevenum	5,0
NL	92	1957	Weert	5,8
NL	189	1955	Sevenum	7,0
Pr	10	1940	Spitsbergen	7,4
Pr	10	1942	Spitsbergen	7,4
Pr	10	1946	Spitsbergen	6,8
Pr	10	1948	Spitsbergen	6,8
Pr	10	1951	Spitsbergen	6,8
Pr	10	1954	Spitsbergen	6,8
Pr	10	1957	Spitsbergen	6,8
Pr	10	1960	Spitsbergen	6,8
Pr	13	1940	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1942	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1944	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1947	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1949	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1952	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1955	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1957	Borgercompagnie	10,5
Pr	13	1960	Borgercompagnie	10,5
Pr	19	1942	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1944	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1947	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1949	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1952	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1955	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1960	Borgercompagnie	13,4
Pr	24	1938	Marum	8,2

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
Pr	24	1942	Marum	8,2
Pr	24	1946	Marum	8,2
Pr	24	1949	Marum	8,2
Pr	32	1940	Emmercompascuum	13,1
Pr	32	1942	Emmercompascuum	13,1
Pr	32	1947	Emmercompascuum	13,1
Pr	32	1949	Emmercompascuum	13,1
Pr	67	1940	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1942	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1944	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1945	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1947	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1949	Emmercompascuum	12,6
Pr	119	1940	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1941	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1944	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1945	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1947	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1950	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1953	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1956	Emmercompascuum	5,6
Pr	120	1940	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1942	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1947	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1950	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1953	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1956	Borgercompagnie	13,2
Pr	121	1940	Borgercompagnie	6,4
Pr	145	1937	Noordlaren	5,0
Pr	145	1940	Noordlaren	5,0
Pr	145	1943	Noordlaren	5,0
Pr	145	1945	Noordlaren	5,0
Pr	145	1951	Noordlaren	5,0

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
Pr	263	1943	Oudemolen	9,4
Pr	263	1946	Oudemolen	9,4
Pr	263	1951	Oudemolen	9,4
Pr	477	1944	Donderen	8,8
Pr	477	1947	Donderen	8,8
Pr	649	1950	Harkstede	60,0
Pr	649	1953	Harkstede	60,0
Pr	649	1956	Harkstede	60,0
Pr	836	1946	L.P.S. Groningen	8,2
Pr	836	1951	L.P.S. Groningen	8,2
Pr	837	1946	L.P.S. Groningen	5,5
Pr	837	1951	L.P.S. Groningen	5,5
Pr	930	1950	Wildervank	19,0
Pr	976	1950	Best	4,2
Pr	976	1953	Best	4,2
Pr	976	1956	Best	4,2
Pr	977	1948	Best	3,6
Pr	977	1950	Best	3,6
Pr	977	1953	Best	3,6
Pr	977	1957	Best	3,6
Pr	977	1960	Best	3,6
Pr	999	1950	Vught	4,2
Pr	999	1953	Vught	4,2
Pr	999	1956	Vught	4,2
Pr	1047a	1952	Nw-Zwinderen	6,6
Pr	1501	1958	Kolham	8,1
Pr	1502	1953	Borgercompagnie	18,0
Pr	1502	1956	Borgercompagnie	18,0
Pr	1502	1962	Borgercompagnie	18,0
IB	447	1960	Bakel	3,8
<i>Gerst</i>				
Z Gr	602	1950	Ter Apel	4,9
OD	62	1951	Nw-Weerdinge	3,8

Proefveld		Jaar	Plaats	Org. stof, %
O Ge	15	1959	Warnsveld	4,8
O Ge	15	1967	Warnsveld	4,8
O Ge	72	1966	Ruurlo	8,0
O Ge	77	1957	Haarlo	4,0
O Ge	77	1960	Haarlo	4,0
Ve	482	1956	Bennekom	4,9
Ve	1003	1957	Wapenveld	5,1
N NH	1027	1953	Den Burg, Texel	4,6
WB	1722	1952	Zundert	4,6
WB	1975	1953	Made	3,6
WB	1975	1960	Made	3,6
WB	2374	1957	Sprundel	5,1
L	1096	1953	Helden	3,3
NL	92	1956	Weert	5,8
Pr	3	1938	L.P.S. Groningen	7,1
Pr	4	1938	L.P.S. Groningen	5,6
Pr	10	1938	Spitsbergen	6,8
Pr	13	1938	Borgercompagnie	10,5
Pr	19	1948	Borgercompagnie	13,4
Pr	24	1939	Marum	8,2
Pr	32	1948	Emmercompascuum	13,1
Pr	67	1938	Emmercompascuum	12,6
Pr	67	1946	Emmercompascuum	12,6
Pr	119	1955	Emmercompascuum	5,6
Pr	120	1946	Borgercompagnie	13,2
Pr	145	1936	Noordlaren	5,0
Pr	145	1938	Noordlaren	5,0
Pr	145	1946	Noordlaren	5,0
Pr	477	1946	Donderen	8,8
IB	925	1965	Norg	7,2
IB	925	1967	Norg	7,2

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
<i>Tarwe</i>				
N NH	1027	1955	Den Burg, Texel	4,6
L	1328	1952	Nederweert	3,7
Pr	3	1942	L.P.S. Groningen	7,1
Pr	10	1943	Spitsbergen	7,4
Pr	13	1943	Borgercompagnie	10,5
Pr	19	1943	Borgercompagnie	13,4
Pr	19	1946	Borgercompagnie	13,4
Pr	24	1940	Marum	8,2
Pr	32	1946	Emmercompascuum	13,1
Pr	32	1950	Emmercompascuum	9,4 (bezand)
Pr	67	1950	Emmercompascuum	9,7 (bezand)
Pr	119	1939	Emmercompascuum	5,6
Pr	119	1951	Emmercompascuum	5,6
Pr	120	1939	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1951	Borgercompagnie	13,2
Pr	120	1959	Borgercompagnie	13,2
Pr	121	1943	Borgercompagnie	6,4
Pr	145	1935	Noordlaren	5,0
Pr	145	1942	Noordlaren	5,0
Pr	145	1944	Noordlaren	5,0
Pr	477	1943	Donderen	8,8
Pr	836	1947	L.P.S. Groningen	8,2
Pr	837	1947	L.P.S. Groningen	5,5
<i>Mais</i>				
OO	1214	1951	Denekamp	6,5
WO	114	1952	Willemsoord	7,7
Ve	482	1954	Bennekom	4,9
WB	1448	1952	Helvoirt	4,1
WB	1522	1953	Beek	3,8
WB	1722	1950	Zundert	4,6
L	1115	1952	Maasbracht	3,2
L	1327	1953	Meyel	6,0

Proefveld	Jaar	Plaats	Org. stof, %	
L	1328	1951	Nederweert	4,7
NL	87	1956	Middelaar	2,7
Pr	3	1937	L.P.S. Groningen	7,1
Pr	4	1937	L.P.S. Groningen	5,6
Pr	10	1953	Spitsbergen	6,8
Pr	836	1952	L.P.S. Groningen	8,2
Pr	837	1952	L.P.S. Groningen	5,5
Pr	930	1953	Wildervank	19,0
Pr	976	1951	Best	4,2
Pr	976	1957	Best	4,2
Pr	977	1951	Best	3,6