

**IV. DE WORTELONTWIKKELING VAN AARDAPPELEN
IN DE BOMMELERWAARD OP RIVIERKLEI MET EEN ZANDIGE
ONDERGROND IN VERBAND MET DE DIKTE VAN DE KLEILAAG,
GRONDWATERSTAND EN BEMESTING**

J. J. SCHUURMAN en M. A. J. GOEDEWAAGEN

Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

1. INLEIDING

In 1948 lag er in de Bommelerwaard op kleigrond een groot aantal proefvelden en monsterplekken, aangelegd ter bestudering van de invloed van verschillende bodemfactoren op de groei en de opbrengst van aardappelen door Dr Ir Th. J. FERRARI, landbouwkundige aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen¹. Op acht van deze proefobjecten werd door ons een onderzoek verricht naar de invloed van kleilaagdikte, grondwaterstand en bemesting op de wortelontwikkeling van dit gewas.

De volgende objecten, die in tabel 1 zijn samengevat, werden hiervoor uitgezocht.

TABEL 1. Gegevens van de proefveldjes

Nummer v. h. veldje	Kleilaagdikte in cm	Percentage afslibb. 0-30 cm	Grondwaterstand in cm - mv tijdens de bemonstering	Bemesting in kg/ha		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2A	>120	44	133	100	90	150
2C			133	100	0	0
17A			44	100	90	150
17C			44	100	0	0
19A	±45	30	54	100	90	150
19C			54	100	0	0
94	±65	37	114	100	90	300
128	±45	29	110	100	90	0
Plot	Thickness of the clay layer (cms)	% clay particles (< 0.016 mm)	Groundwater level (cms) below surface	Amount (kg) of fertilizers per ha		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O

TABLE 1. Data of the experimental plots

Deze objecten laten zich op grond van hun eigenschappen op drie manieren in groepen van vier indelen:

1. dikke tegenover dunne kleilaag;
2. volledig tegenover onvolledig bemest;
3. lage tegenover hoge grondwaterstand.

De bemonstering vond plaats van 9 tot en met 18 Augustus 1948 en werd uitgevoerd met behulp van de geregeld voor het wortelonderzoek gebruikte boor met een doorsnee van 7 cm. Hiermee werden verticale cylinders grond uitgestoken, waarvan de hoogte 10 cm bedraagt en de inhoud 385 cm³.

Het verbouwde aardappelras was Bevelander in een plantverband van 40 cm in de rijen, terwijl de afstand tussen de rijen 60 cm was.

¹ Zie voor de resultaten van dit onderzoek: TH. J. FERRARI, Een onderzoek over de stroomruggonden van de Bommelerwaard met als proefgewas de aardappel. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.1, 1952.

Per veldje werden 10 boringen verricht in de rijen midden tussen twee aardappelplanten en eveneens 10 tussen de rijen op het kruispunt van de diagonalen tussen 4 planten en wel steeds zo, dat zoveel mogelijk onkruidvrije plekken voor de bemonstering werden uitgekozen. Hierdoor werden dus twee series monsters verkregen. De verdeling der boorplaatsen over de veldjes was zo regelmatig mogelijk. Randeffecten werden vermeden door alleen te boren binnen de derde rij planten vanaf de zijkanen van de veldjes.

De monsters werden op de gewone wijze gespoeld en zodanig behandeld, dat tenslotte de gewichten per monster werden verkregen van de hierin aanwezige wortels, gedroogd bij een temp. van 33 °C.

Bij het bestuderen der wortelgewichten viel het op, dat er een dusdanige spreiding was in de gewichten van de overeenkomstige lagen van eenzelfde veldje, dat het niet mogelijk bleek ons een betrouwbaar beeld te vormen van de verdeling der wortelmassa in de onderzochte profielen. Daarentegen was het gemiddelde *totale* wortelgewicht der 10 boringen slechts met een geringe fout behept. Verder werd slechts een gering verschil in wortellengte (worteldiepte) waargenomen tussen de tien boringen van een zelfde veldje, zodat de verschillen in de gemiddelde worteldiepte der diverse objecten als voldoende betrouwbaar kunnen worden beschouwd. In het onderstaande zal achtereenvolgens worden nagegaan, in hoeverre de lengte (diepte) en het gewicht der totale wortelmassa door het bodemprofiel zijn beïnvloed. Tevens zal een vergelijking worden gemaakt met de knollenopbrengst van het aardappelgewas, teneinde ons een beeld te kunnen vormen van de doelmatigheid van het wortelstelsel onder de diverse bodemomstandigheden.

2. DE MAXIMALE WORTELDIEPTE

In tabel 2 ziet men, dat de wortels op de veldjes 128, 19 A en 19 C, waarvan de kleilaag minder dik is dan 50 cm, doordringen tot een diepte van ca 60 cm. *Dit betekent dus, dat de wortels nog wel in het onderliggende zand doordringen, maar slechts tot een zeer geringe diepte.*

TABEL 2. Gemiddelde maximale worteldiepte in cm per veldje

	NPK				N			
	Lage grondwaterst.		Hoge grondwaterst.		Lage grondwaterst.		Hoge grondwaterst.	
	No. veldje	Diepte der wortels	No. veldje	Diepte der wortels	No. veldje	Diepte der wortels	No. veldje	Diepte der wortels
Monsters in de rij genomen (<i>Sampled in the rows</i>)								
Dikke kleilaag (<i>thick clay layer</i>)	2A	102	17A	66	2C	100	17C	76
Dunne kleilaag (<i>thin clay layer</i>)	94	62	19A	61	128	60 ¹	19C	60
Monsters tussen de rijen genomen (<i>Sampled between the rows</i>)								
Dikke kleilaag (<i>thick clay layer</i>)	2A	103	17A	62	2C	100	17C	80
Dunne kleilaag (<i>thin clay layer</i>)	94	61	19A	60	128	60 ¹	19C	60
	<i>Plot number</i>	<i>Rooting depth</i>	<i>Plot number</i>	<i>Rooting depth</i>	<i>Plot number</i>	<i>Rooting depth</i>	<i>Plot number</i>	<i>Rooting depth</i>
	<i>Low groundwater level</i>		<i>High groundwater level</i>		<i>Low groundwater level</i>		<i>High groundwater level</i>	
	NPK				N			

¹ Bemesting N + P (*Fertilizing N + P*).

TABEL 2. Average maximum root depth (cms) per experimental plot

Bij de iets dikkere kleilaag van perceel 94 (65 cm dik) gaan de wortels ongeveer even diep, zodat gezegd kan worden, dat ze bij deze kleilaagdikte hun groei ongeveer op de grens van klei en zand hebben beëindigd. In de worteldiepte wordt bij deze dunne kleilagen door de bemesting en de grondwaterstand geen wijziging gebracht. Opgemerkt moet evenwel worden, dat de grondwaterstanden niet waren gefixeerd op de in tabel 1 genoemde hoogten, maar, speciaal wat de hoge grondwaterstanden betreft, in het voorjaar lager zijn geweest. Hieruit valt af te leiden, dat de wortels niet in het grondwater behoeven te zijn gevormd.

Op de veldjes met een kleilaag van meer dan 120 cm dikte gaan de wortels bij een lage grondwaterstand maximaal tot een diepte van 100 à 103 cm, vrijwel onafhankelijk van de bemesting. Bij een hoge grondwaterstand dringen de wortels minder diep door, maar toch dieper dan op de overeenkomstige veldjes met een dunne kleilaag. Waarschijnlijk zijn de wortels ook hier tot deze diepte doorgedrongen en een tijdstip, dat de grondwaterstand de in de tabel opgegeven hoogte nog niet had bereikt. Daar echter in het voorjaar geen waarnemingen werden gedaan, kan dit niet met zekerheid worden gezegd.

Opmerkelijk is verder, dat in de onvolledig bemeste veldjes zowel in als tussen de rijen bij een dikke kleilaag en hoge waterstand een diepere beworteling werd gevonden dan in de volledig bemeste. Een verklaring hiervoor kan niet worden gegeven.

Het feit, dat de wortels op de veldjes 17 A en 17 C bij een hoge grondwaterstand dieper gaan dan op de veldjes 19 A en 19 C bij een overeenkomstige grondwaterstand, wijst erop, dat de grotere worteldiepte op de eerstgenoemde veldjes verband houdt met de grotere dikte van de kleilaag. De hoge grondwaterstand heeft echter verhinderd, dat de wortels op deze plaatsen even diep in de klei zijn doorgedrongen als bij lage grondwaterstand onder dezelfde omstandigheden. *Het gunstige effect van de dikke kleilaag op de bewortelingsdiepte is dus op de veldjes 17 A en 17 C door de hoge grondwaterstand gedeeltelijk teniet gedaan.*

3. HET WORTELGEWICHT

De berekende gemiddelde totale wortelgewichten zijn samengevat in fig. 1. Hierin valt onmiddellijk de grote overeenstemming op tussen het verloop van de gewichten der boringen in de rij en dat van de boringen tussen de rijen. Uit deze figuur blijkt zonder meer niet, in hoeverre de waargenomen verschillen tussen de veldjes reëel zijn. Dit kan opgemaakt worden uit de getallen in tabel 3, waarin naast de gemiddelde waarden ook de middelbare fouten zijn vermeld.

Uit fig. 1 en tabel 3 is af te leiden, dat op de volledig bemeste veldjes op één uitzondering na steeds minder wortels zijn gevonden dan op de onvolledig bemeste. Deze verschillen zijn evenwel niet statistisch betrouwbaar, zodat men hier hoogstens een zwakke aanwijzing in kan zien, dat de bemesting ongunstig op de wortelproductie heeft gewerkt.

Daartegenover is door de grondwaterstand wel een belangrijke invloed uitgeoefend. Op de percelen met een dikke kleilaag zijn bij een lage grondwaterstand – zowel in als tussen de rijen – steeds belangrijk meer wortels gevormd dan bij een hoge grondwaterstand. In de profielen met dunne kleilaag is dit eveneens bij beide bemestingen het geval geweest, al is het verschil hier op één uitzondering na weinig significant. Wanneer evenwel alle series bij hoge grondwaterstand tegenover die met lage grondwaterstand worden gesteld, dan is er bij de dunne kleilaag wel een reëel verschil ten gunste van de lage grondwaterstand ($\frac{d}{s_{md}} = 2,36; P = 0,05$). De verklaring voor dit geringere effect van de grondwaterstand bij de dunne kleilagen zal wel hierin gelegen zijn, dat bij aanwezigheid van een dun kleidek de worteldiepte uitsluitend wordt bepaald door de dikte van de kleilaag (tabel 2).

FIG. 1.
Gemiddelde wortelgewichten per boring (mg, luchtdroog)

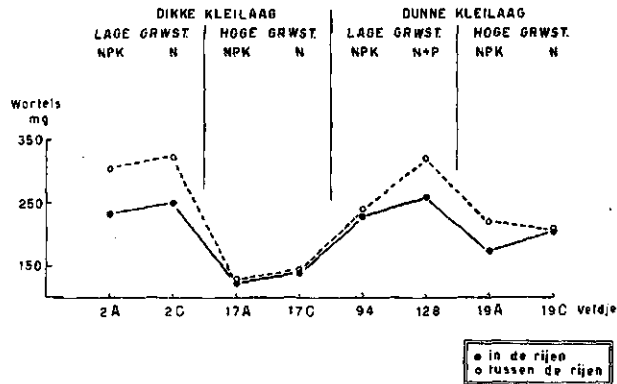


FIG. 1.
Variation of the total root weight per 38,5 cm² soil surface (ordinate) on the 8 sampled plots.

EXPLANATION

Each plot was sampled on 10 spots by means of a borer with a diameter of 7 cms (corresponding to a soil surface of 38,5 cm²). The figures along the ordinate represent the average total air-dry root weights in mg per 38,5 cm² soil surface.

The dotted lines represent the root weights between the plant rows, the other ones show the root weights in the plant rows.

Wortels = roots veldje = field number

TABEL 3. Gemiddelde wortelgewichten per boring (mg luchtdroog)

	NPK		$\frac{d}{s_{md}}$	N		$\frac{d}{s_{md}}$
	Lage grondwaterstand	Hoge grondwaterstand		Lage grondwaterstand	Hoge grondwaterstand	
Monsters in de rij genomen (Sampled in the rows)						
Dikke kleilaag (thick clay layer)	232 ± 9	123 ± 18	5,25	251 ± 24	139 ± 12	4,15
Dunne kleilaag (thin clay layer)	227 ± 17	174 ± 19	2,04	258 ± 21 ¹	204 ± 21	1,80
$\frac{d}{s_{md}}$	0,3	1,96		0,2	2,7	
Monsters tussen de rijen genomen (Sampled between the rows)						
Dikke kleilaag (thick clay layer)	306 ± 16	131 ± 12	8,75	323 ± 14	144 ± 14	8,95
Dunne kleilaag (thin clay layer)	240 ± 19	220 ± 13	0,90	319 ± 19 ¹	208 ± 11	5,05
$\frac{d}{s_{md}}$	2,64	4,7		0,2	3,6	
	Low groundwater level			Low groundwater level		
	NPK			N		

¹ Bemesting N + P (Fertilizing N + P).

Opm. Voor alle verschillen is $\alpha = 0.05 = 2.10$

TABEL 3. Average air-dry root weight (mg) per 38,5 cm² soil surface

For all differences is $\alpha = 00.5 = 2.10$

De invloed van de kleilaagdikte is veel minder uitgesproken dan die van de grondwaterstand. Alleen bij hoge grondwaterstand werden in de dunne kleilagen meer wortels gevormd dan in dikke ($\frac{d}{S_{dm}} = 3,0; P = 0,01$). Bij de lage grondwaterstand werden geen reële verschillen gevonden.

4. OPBRENGSTEN EN WORTELONTWIKKELING

Worden de van de bemonsterde veldjes verkregen opbrengsten vergeleken met de wortelhoeveelheden, dan wordt een verband gevonden, dat door een optimumkromme kan worden voorgesteld (fig. 2). De hoogste opbrengsten zijn gevonden bij middelmatig hoge wortelgewichten, die werden gevormd in dunne kleilagen bij hoge grondwaterstand. Een soortgelijk verband tussen kleilaagdikte en opbrengst wordt ook door FERRARI¹ vermeld.

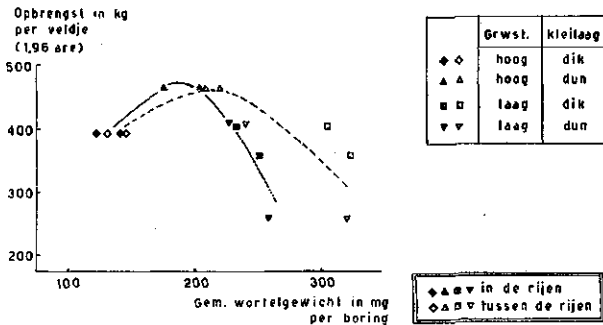


FIG. 2. Verband tussen opbrengsten en wortelgewichten

FIG. 2. Relation between yield of tubers and root weight

EXPLANATION

Ordinate: yield (kg per 1.96 are)
 Abscissa: Average (total) air-dry root weight (mg) per 38,5 cm² soil surface.
 1 are = 100 m² grwst = groundwater level kleilaag = clay layer
 hoog = high laag = low dik = thick
 dun = thin

Uit tabel 2 laat zich afleiden, dat een profiel met een kleilaag van meer dan 120 cm dikte bij diepe waterstand gunstiger is voor de bewortelingsdiepte dan één met een dikte

TABEL 4. De opbrengst der aardappelen in kg per veldje (1,96 are)

Grondwaterstand	Bemesting	Dikke kleilaag		Dunne kleilaag	
		No.	Opbr. in kg	No.	Opbr. in kg
Laag (Low)	{ NPK N	2A	403	94	408
		2C	357	128	257
Hoog (High)	{ NPK N	17A	393	19A	463
		17C	392	19C	462
Gemiddeld (Average)			386		398
Groundwater level	Fertilizing	Nr.	Yield	Nr.	Yield
		Thick clay layer		Thin clay layer	

TABLE 4. The yield of potatoes in kg per experimental plot (1.96 are) (1 are = 100 m²)

¹ l.c. pag. 72.

van minder dan 50 cm, daar in het eerste geval een veel groter deel van de grond wordt doorworteld dan in het laatstgenoemde. Vooral in droge jaren zal men de gevolgen hiervan bij diepe waterstand aan het gewas kunnen waarnemen. Doordat 1948, waarin de bemesting werd verricht, een vochtig jaar was, is het nadelig effect van een te dunne kleilaag niet duidelijk aan het licht gekomen, zoals blijkt uit de opbrengstcijfers van tabel 4.

Opgemerkt moet tenslotte nog worden, dat tussen de wortelgewichten en de worteldiepte geen duidelijk verband kon worden aangetoond.

5. SAMENVATTING

Op een achttal proefveldjes van het Landbouwproefstation te Groningen, gelegen op kleigrond in de Bommelerwaard en beplant met aardappelen, werd in 1948 een onderzoek door ons verricht naar de invloed van de kleilaagdikte, grondwaterstand en bemesting op de wortelontwikkeling van dit gewas (tabel 1).

Op de veldjes met een dikke kleilaag gingen de wortels bij lage grondwaterstanden gemiddeld aanzienlijk dieper dan op de overeenkomstige veldjes bij hoge grondwaterstand. Bij dünnere kleilagen had de grondwaterstand geen invloed op de beworteling (tabel 2).

Bij een lage grondwaterstand gingen de wortels het diepst in een dikke kleilaag. Bij een hoge grondwaterstand was dit alleen duidelijk op de onvolledig bemeste veldjes.

De gemiddelde wortelgewichten per veldje zijn weergegeven in fig. 1 en tabel 3. Een zwakke aanwijzing werd gevonden, dat de bemesting iets ongunstig heeft gewerkt op de wortelproductie. Een hoge grondwaterstand werkt zeer ongunstig op de wortelopbrengst bij een dik kleidek en in iets geringere mate bij een dun kleidek.

Alleen bij hoge grondwaterstand werden in dunne kleidekken meer wortels gevormd dan in dikke. Bij een lage grondwaterstand speelde de kleilaagdikte geen rol.

De hoogste opbrengsten werden verkregen bij middelmatig hoge wortelgewichten. Deze waren gevormd in profielen met een dunne kleilaag en hoge grondwaterstand (fig. 2).

Het onderzoek werd uitgevoerd in een vochtig jaar (1948). In een droog jaar zou de opbrengst op de dikke kleidekken bij diepe grondwaterstand wegens de diepere beworteling wellicht duidelijk groter zijn geweest dan op de dünnere kleidekken. In 1948 kwam dit niet duidelijk tot uiting (tabel 4).

THE ROOT DEVELOPMENT OF POTATOES IN THE „BOMMELERWAARD” (NETHERLANDS) ON RIVER CLAY WITH A SANDY SUBSOIL IN RELATION TO THE THICKNESS OF THE CLAY COVER AS WELL AS TO THE GROUNDWATER LEVEL AND THE FERTILIZING OF THE SOIL

by

J. J. SCHURMAN en M. A. J. GOEDEWAAGEN

SUMMARY

Potatoes were grown on a number of experimental plots. Data of these plots are given in table 1. It is shown by table 2, that on a clay-on-sand soil with a thick clay cover and a low groundwater level these plants produced a much deeper root system than they did on plots with a thin clay layer under the same conditions. On plots with a high water table, however, root penetration was hampered to such a degree that there was but a small difference in root depth on plots with a thick and a thin clay layer. On soils with a thin clay cover root

depth appeared to be independent of the depth of the water level. These results hold true for both kinds of fertilizing (NPK and N).

The total root weights are given in table 3 and fig. 1. A high water table, if compared with a low water table, diminished the total root mass considerably on plots with a thick clay cover and to a somewhat smaller degree on plots with a thin clay layer. On plots with a high water level a greater amount of roots was produced in profiles with a thin clay cover than on those with a thick clay layer. No influence of the thickness of the clay layer on root production was observed on plots with a low water table. On the completely fertilized plots a somewhat smaller amount of roots was found than on the plots, which did not receive a complete dressing (fig. 1).

The highest crop yields were obtained at moderate root weights, which were found in profiles with a thin clay layer and a high water table (fig. 2). It is not possible to give a satisfactory explanation as to the relation between root behaviour and the yield of the crop (fig. 2, table 2 and table 4). One has to bear in mind, however, that the year of investigation (1948) was rather wet. In summers with a low precipitation a great decrease in yield might be expected on plots with a thin clay cover and a deep water level because of the small depth of the root system under those conditions (table 2).