

## Effect calciumbemesting bij aardappel op zandgrond; resultaten 2022

Notitie t.b.v. CBAV-vergadering van 16 maart 2023

8 maart '23

Astrid Berndsen (NMI), Johan Specken (WUR), Harry Verstegen (WUR), Wim Bussink (NMI) & Romke Postma (NMI)

### Inleiding

In de praktijk worden er problemen gesignaleerd met de voorziening van calcium (Ca) bij aardappelen. Daarbij is er niet zozeer een effect te verwachten op de knolopbrengst, maar is een optimale Ca-voorziening vooral van belang voor een goede productkwaliteit. Wanneer de Ca-voorziening te gebrekkig is heeft dat effect op het knolaantal, schurft, de schilkwiteit, de interne kwaliteit, kieming, aantasting door Fusarium, bewaarkwaliteit en o.a. het langer groen blijven (Zwart & Velvis, 2001). In de praktijk worden met name op zandgronden kwaliteitsproblemen gemeld als gevolg van een Ca-tekort. Op kleigronden daarentegen is voldoende Ca vooral van belang voor een goede bodemstructuur. Mogelijk verergeren de kwaliteitsproblemen bij aardappelen als gevolg van een Ca-tekort door een ruime kalibemesting waardoor de Ca-opname wordt onderdrukt.

Oplossingen ter voorkoming van een Ca-tekort worden in de praktijk o.a. gezocht in het toepassen van bladbemesting voor een goede Ca-voorziening (aanvullend op het op orde houden van de pH via bekalken). Bladbemesting met Ca is echter niet effectief (De Pasture, 2016), omdat het Ca de knol niet kan bereiken. Door Ca-meststoffen dichtbij de wortels te plaatsen op de juiste wijze en het juiste tijdstip, kan de werking van de Ca uit meststoffen die aan de bodem worden toegediend mogelijk wel verbeteren. Meer specifiek zal plaatsing nabij de stolonen naar verwachting het meest effect geven, maar gegevens hierover zijn schaars of gedateerd. Daarnaast is een goede vochtvoorziening van het aardappelgewas van belang om een goede opname van Ca te realiseren. Bekend is dat het ras ook van invloed kan zijn op het probleem. Er zijn een aantal rassen waarin Ca-tekorten vaker voorkomen. Een voorbeeld is het ras Hansa. Ook het ras Innovator en andere rassen waarvan Innovator een kruisingsouder is vertonen relatief vaak problemen (pers. Med. Marc Kroonen).

Het is van belang de kwaliteit van aardappelen te waarborgen. Een slechte kwaliteit van de aardappelen betekent een lagere prijs voor de teler. In een ongunstig geval moet een partij aardappelen worden afgekeurd. De effecten van een slechte kwaliteit zullen vooral bij consumptie- en pootaardappelen tot uiting komen. Zwart en Velvis (2001) hebben bijvoorbeeld uitgerekend dat kwaliteitsverlies de sector alleen al voor pootgoed meer dan 10 miljoen euro kost. Het is lastig te becijferen hoeveel van deze kwaliteitsschade is toe te schrijven aan Ca-gebrek naast andere oorzaken als ziekten. Duidelijk is wel dat het om miljoenen euro's gaat.

De vraag naar meer onderzoek omtrent Ca-bemesting bij aardappelen is bekrachtigd in een recent uitgevoerde deskstudie (Bussink et al, 2020). Uit deze studie kwam naar voren dat focus op het effect van plaatsing van Ca nabij de wortels gewenst is. Plaatsing lijkt de werking te verbeteren maar dit moet met meer zekerheid worden vastgesteld. Daarom heeft BO Akkerbouw begin 2022 opdracht gegeven aan NMI/WUR om veldproeven met aardappel uit te voeren om inzicht te krijgen in de effectiviteit van plaatsing van calcium nabij de wortel. De veldproeven zijn voorzien voor 2022 én 2023, maar na het eerste jaar (2022) dient op basis van een tussenrapportage een beslissing te worden genomen over het doorgaan van de proef in 2023. In de voorliggende notitie worden de voorlopige resultaten uit 2023 beschreven en deze kan worden gebruikt door de CBAV als basis voor een beslissing over voortzetting van de proeven in 2023.

## Doel project

Doel van dit onderzoek is om de beste strategie vast te stellen om een risico op Ca-tekorten bij aardappelen te voorkomen. Nagegaan wordt in hoeverre plaatsing van Ca-meststoffen in combinatie met een goede vochtvoorziening een goede Ca-voorziening kan borgen. Dit moet uitmonden in praktische aanbevelingen omtrent de Ca-bemesting en het gewasmanagement om zo het risico van Ca-tekorten te minimaliseren.

## Opzet en uitvoering

Er is een veldproef opgezet op twee zandlocaties nabij Vredepeel en nabij Valthermond. In Vredepeel zijn consumptieaardappelen (ras Hansa) geteeld en in Valthermond zetmeelaardappelen (ras Seresta). In totaal zijn per locatie 32 behandelingen getoetst in een factoriële proef. Daarbij zijn de volgende factoren gevarieerd:

- wijze en tijdstip van Ca-bemesting (4 varianten: geen Ca-gift; volvelds vóór poten; tijdens poten op de knol in de pootruggen; bij knolzetting vlak voor de late rugopbouw);
- de soort Ca-meststof (twee meststoffen: 440 kg/ha Calcifert (46% CaO, 55% SO<sub>3</sub>) en 400 kg/ha CaCl<sub>2</sub> (36,3% Ca, ofwel 51% CaO));
- berekening (wel/niet extra beregenen; extra berekening betekent in Vredepeel ca. 5x extra en in Valthermond ca 3x extra beregenen);
- de kaligift (laag/hoog; 'laag' betekent dat de standaard adviesgift wordt gegeven en bij 'hoog' wordt 150 kg K<sub>2</sub>O/ha extra gegeven).

Een volledig overzicht van de 32 verschillende behandelingen per locatie is weergegeven in bijlage 1. De factoriële proef is per locatie opgezet in enkelvoud, waarbij de twee locaties als herhalingen kunnen worden beschouwd. Voordeel van deze proefopzet is dat er voor het effect van de Ca-meststof sprake is van 24 herhalingen (12 herhalingen per proef) en voor de wijze en het tijdstip van Ca-bemesting van 16 herhalingen (8 herhalingen per proef).

De aardappelen zijn in april/mei gepoot en in september/november geoogst.

Begin augustus is een tusse oogst verricht en zijn knolmonsters (ca. 20 knollen per veldje) verzameld van alle veldjes op beide locaties, in Vredepeel op 3 augustus en in Valthermond op 2 augustus. Van deze monsters is een tussentijdse kwaliteitsbepaling gedaan door NMI.

De aardappelen in Vredepeel zijn geoogst (eindoogst) op 28 september. De eindoogst in Valthermond was op 3 november 2022. In beide gevallen is de versopbrengst, de sortering en het onderwatergewicht (OWG) bepaald. Er is een submonster genomen voor analyse in het laboratorium. Tenslotte is van elk perceel een representatief monster van 10 kg knollen genomen ter bewaring. Na bewaring heeft een kwaliteitsbeoordeling plaatsgevonden (voor Vredepeel is dat 2 februari 2023 gebeurd, voor Valthermond zal dat rond 15 maart 2023 gebeuren).

Ten behoeve van de statistische analyse is een variantie-analyse uitgevoerd, waarbij met name gekeken is naar de hoofdeffecten (dus niet naar interacties), waarbij de locaties zowel apart als gezamenlijk zijn geanalyseerd. De factoren per locatie 1) wijze en tijdstip van Ca-bemesting (inclusief controle zonder Ca-gift), 2) het type Ca-meststof, 3) berekening en 4) de K-gift.

De statistische analyse van de data en visualisatie van de resultaten is gebeurd in Rstudio gebruikmakend van R en verschillende packages (Dowle et al., 2021; Wickham et al., 2022a; Wickham et al., 2022b).

## Voorlopige resultaten

Op het moment van schrijven van deze notitie (begin maart '23) zijn nog niet alle resultaten binnen, omdat de knollen uit de proef in Valthermond nog in de bewaring zitten.

Uit de waarnemingen die in het seizoen in het gewas zijn gedaan, kwam naar voren dat op zowel locatie Valthermond als locatie Vredepeel sprake was van zoutschade in de behandelingen met  $\text{CaCl}_2$ . Het afgelopen jaar is een sterk geconcentreerd Ca-meststofproduct gebruikt van Nedmag. Dit product was zeer hygroscopisch en heeft daardoor wellicht de zoutschade veroorzaakt. Hoewel de  $\text{CaCl}_2$  niet tot significant lagere opbrengsten of een hoger aantal afwijkingen in de knollen heeft geleid, moet worden overwogen het komend seizoen een ander  $\text{CaCl}_2$ -product te kiezen of een lagere dosering te hanteren.

### *Tussentijdse oogst*

In de proef te Valthermond lijkt er bij het gebruik van  $\text{CaCl}_2$  als meststof sprake te zijn van meer inwendige en/of uitwendige gebreken dan bij het gebruik van Calcifert of het achterwege laten van een Ca-meststof. Dit effect is echter niet statistisch significant. Ook heeft Ca-bemesting geen invloed op het zetmeelgehalte van de aardappelen op het moment van de tussentijdse monsternamen. Daarmee is er geen direct effect van Ca-bemesting op de kwaliteit van de knollen naar voren gekomen bij de tussentijdse monsternamen. In de literatuur tonen de weinige bemestingsproeven die er zijn gedaan met goed oplosbare Ca-verbindingen toegediend aan de bodem geen eenduidige effecten van Ca op de kwaliteit van aardappelen aan. Wel wordt minder kans op rot en inwendig bruin gemeld (Palta, 2010; Zwart & Velvis, 2011).

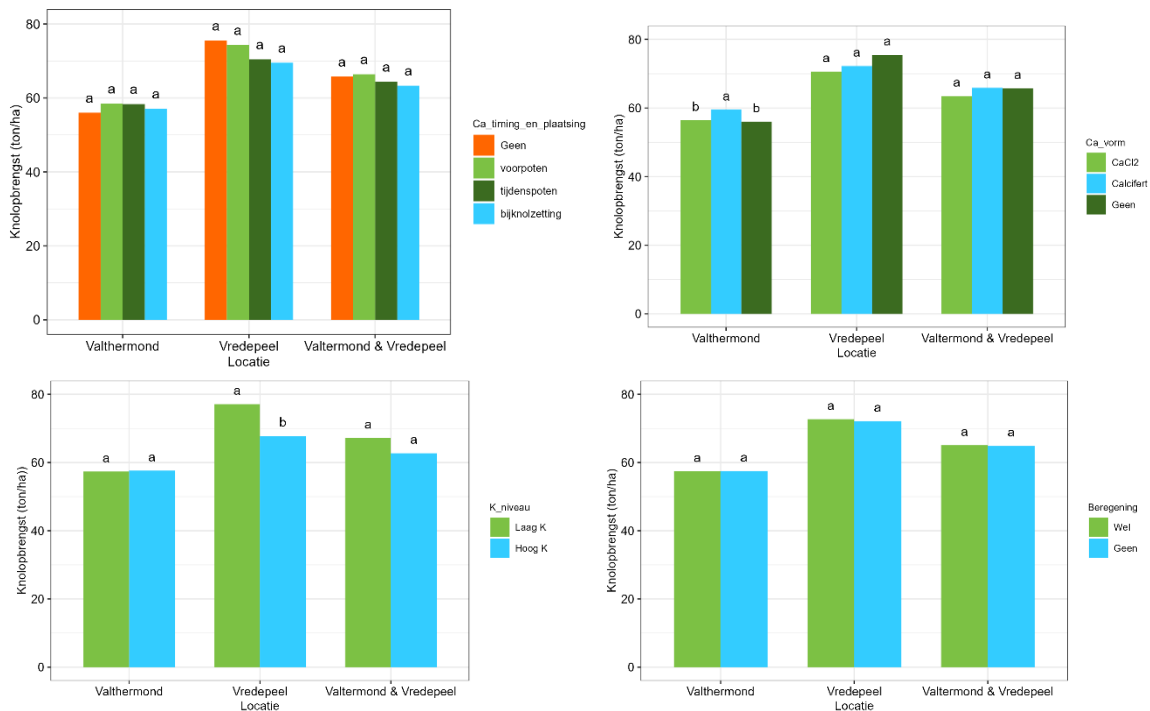
De Ca-, K-, P-, Mg- en S-gehalten in de knollen vertonen bij de tusse-oogst een correlatie met de knolkwaliteit. Het aantal knollen met afwijkingen neemt significant af naarmate het Ca-, K-, Mg- of S-gehalte van de knol hoger is. Bij een hoger P-gehalte neemt het aantal knollen met afwijkingen juist toe.

### *Eindoogst*

Hierna wordt een deel van de resultaten van de eind-oogst besproken, waarbij we focussen op

- de verse knolopbrengst van zowel de zetmeelaardappelen als de consumptieaardappelen,
- de Ca-gehalten in de knollen van beide locaties en
- de inwendige kwaliteit na bewaring.

De effecten van timing en plaatsing van Ca-meststoffen, het effect van de meststofkeuze (Calcifert vs  $\text{CaCl}_2$ ), een lage en een hoge K-gift (200 vs 350 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha) en wel/geen beregening op **de verse knolopbrengst** is weergegeven in figuur 1.

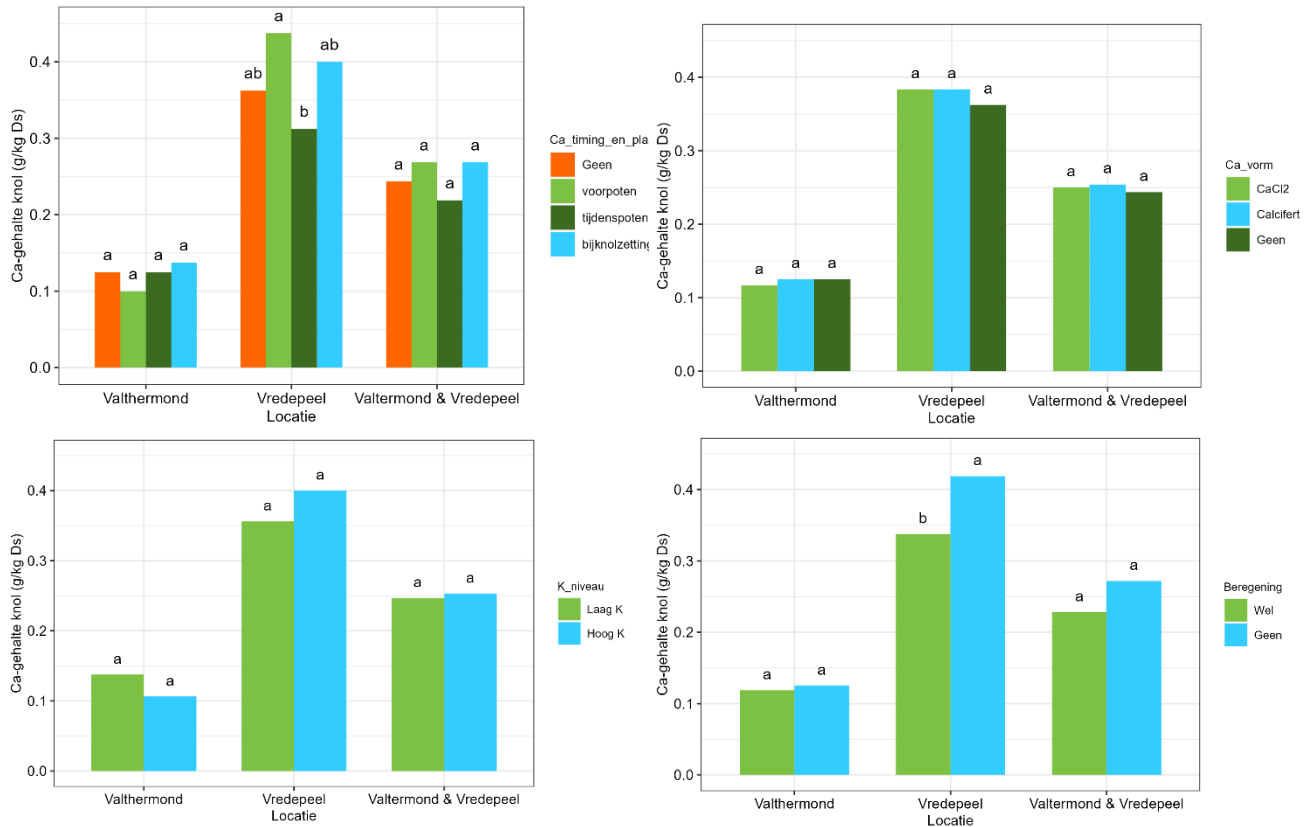


Figuur 1. Effecten van de timing en plaatsing van Ca-meststoffen (linksboven), de keuze van de Ca-meststof (rechtsboven), de K-gift (linksonder) en berekening (rechtsonder) op de verse knolopbrengst in 2022. Statistisch significante verschillen ( $P < 0,05$ ) zijn weergegeven met verschillende letters (a en b).

Hieruit blijkt het volgende:

- De effecten van calciumbemesting op de knolopbrengst zijn klein en slechts in een enkel geval significant: alleen op Valthermond leidde het gebruik van Calcifert tot een significant hogere opbrengst dan geen Ca-bemesting en het gebruik van  $\text{CaCl}_2$ . Op Vredepeel lag het opbrengstniveau op een aanzienlijk hoger niveau, maar leek Ca-bemesting eerder een negatief dan een positief effect op knolopbrengst te hebben.
- Een hogere K-gift leidde op Vredepeel tot een significant lagere knolopbrengst dan de standaard K-gift, terwijl er op Valthermond geen effect van K op de knolopbrengst werd waargenomen.
- Extra berekening had op beide locaties geen effect op de knolopbrengst.

De effecten van timing en plaatsing van Ca-meststoffen, de meststofkeuze ( $\text{Calcifert}$  vs  $\text{CaCl}_2$ ), een lage en een hoge K-gift (200 vs 350 kg  $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ ) en wel/geen berekening op **het calcium-gehalte in de knol** is weergegeven in figuur 2.

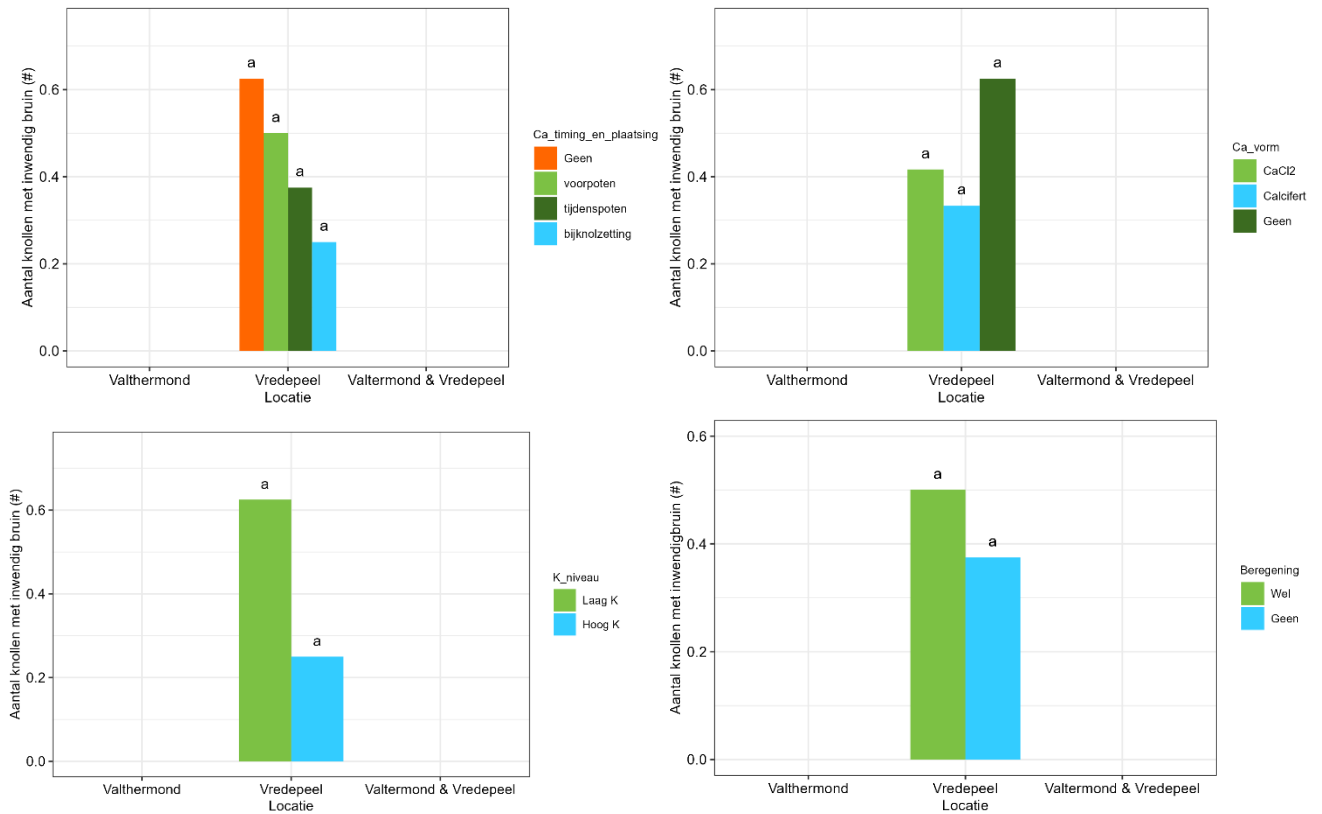


**Figuur 2.** Effecten van de timing en plaatsing van Ca-meststoffen (linksboven), de keuze van de Ca-meststof (rechtsboven), de K-gift (linksonder) en beregening (rechtsonder) op het Ca-gehalte in aardappelknollen in 2022. Statistisch significante verschillen ( $P < 0,05$ ) zijn weergegeven met verschillende letters (a en b).

Hieruit blijkt het volgende:

- De effecten van calciumbemesting op het Ca-gehalte zijn klein en slechts in een enkel geval significant: alleen op Vredepeel leidde een toepassing van calciummeststoffen voor poten tot een significant hoger Ca-gehalte dan bij een toediening tijdens het poten. De meststofkeuze had geen significant effect op het Ca-gehalte. Het Ca-gehalte in Vredepeel was veel hoger dan in Valthermond.
- Een hogere K-gift leidde op Valthermond tot een iets lager en op Vredepeel tot een iets hoger Ca-gehalte, maar dat was steeds niet significant.
- Extra beregening leidde op Vredepeel tot een significant lager Ca-gehalte, maar op Valthermond had beregening geen effect op het Ca-gehalte.

De effecten van timing en plaatsing van Ca-meststoffen, de meststofkeuze (Calcifert vs CaCl<sub>2</sub>), een lage en een hoge K-gift (200 vs 350 kg K<sub>2</sub>O/ha) en wel/geen beregening op **de kwaliteit van de knol na bewaring** is voor de locatie Vredepeel weergegeven in figuur 3. Voor de locatie Valthermond zijn deze gegevens nog niet bekend.



Figuur 3. Effecten van de timing en plaatsing van Ca-meststoffen (linksboven), de keuze van de Ca-meststof (rechtsboven), de K-gift (linksonder) en beregening (rechtsonder) op het aantal knollen met inwendig bruin in 2022. Statistisch significante verschillen ( $P < 0,05$ ) zijn weergegeven met verschillende letters (a en b).

Hieruit blijkt het volgende:

- De effecten van calciumbemesting op het aantal knollen met inwendig bruin zijn in Vredepeel betrekkelijk klein en nergens significant. Wel gaf de behandeling zonder Ca-bemesting het hoogste aantal knollen met inwendig bruin, maar dat was dus niet significant.
- Een hogere K-gift leidde op Vredepeel tot een wat lager aantal knollen met inwendig bruin, maar ook dit effect was niet significant.
- Extra beregening leidde op Vredepeel tot een wat hoger aantal knollen met inwendig bruin dan geen beregening.

### Voorlopige conclusies

Op basis van de nog niet volledige resultaten uit de veldproeven die in 2022 zijn uitgevoerd te Valthermond (zetmeelaardappelen, ras Seresta) en Vredepeel (consumptie-aardappelen, ras Hansa) wordt het volgende geconcludeerd:

- Uit gewaswaarnemingen in het seizoen bleek bij gebruik van  $\text{CaCl}_2$  sprake te zijn van zoutschade in het gewas op beide locaties (Valthermond en Vredepeel). Bij een vervolg dient de toepassing van  $\text{CaCl}_2$  zodanig te worden aangepast, dat zoutschade wordt voorkomen.
- De effecten van Ca-bemesting op opbrengst, Ca-gehalte in de knol en kwaliteit na bewaring waren op de twee proeflocaties beperkt en slechts in enkele gevallen statistisch significant:

- Op de locatie Valthermond leidde het gebruik van Calcifert tot een significant hogere opbrengst dan de behandelingen zonder calcium en de behandelingen met  $\text{CaCl}_2$  als Ca-meststof;
- Op de locatie Vredepeel leidde een Ca-bemesting voor poten tot een significant hoger Ca-gehalte in de knol dan Ca-bemesting tijdens poten. Die laatste bleef ook achter ten opzichte van de controle-behandeling zonder Ca-bemesting.
- Verder was er een indicatie dat Ca-bemesting leidde tot een lager aantal knollen met inwendig bruin op Vredepeel, maar dit effect was niet significant.
- De verschillen in knolopbrengst en Ca-gehalte in de knol tussen de locaties Valthermond en Vredepeel waren behoorlijk groot. Mogelijke oorzaken van die verschillen zijn het teeltdoel (zetmeel- vs consumptie-aardappel), ras (Seresta vs Hansa) en/of locatie (grondsoort, weer).

### Aanbeveling

Aangezien er in enkele gevallen significante effecten van calcium-bemesting op opbrengst (Valthermond) en/of calciumgehalte (Vredepeel) werden vastgesteld, maar een deel van de waargenomen effecten niet significant waren, lijkt het zinvol de veldproeven in 2023 conform het projectvoorstel voort te zetten. Daarmee worden extra jaren toegevoegd, die er voor zorgen dat een scherpere toetsing (statistisch) mogelijk is waardoor effecten van calcium-bemesting beter zichtbaar kunnen worden.

### Literatuur

Bussink DW, Specken J & de Haan J (2020). Effecten bemesting K, Mg, Ca, N, Cl en hun interacties op de gewasopbrengst en –kwaliteit, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1763.N.19, pp 43.

De Pasture L (2016). Calcium misunderstood in potatoes. Crop production magazine pp89-91.  
<http://www.cpm-magazine.co.uk/2016/06/20/potato-nutrition-calcium-misunderstood-in-potatoes/>

Dowle M, Srinivasan A, Gorecki J, Chirico M, Stetsenko P, Short T, Lianoglou S, Antonyan E, Bonsch M, et al. (2021). data.table: Extension of 'data.frame' (versie 1.14.2). R package1.14.2.

Palta JI (2010) Improving Potato Tuber Quality and Production by Targeted Calcium Nutrition: The Discovery of Tuber Roots Leading to a New Concept in Potato Nutrition. Potato Research 53(4):267-275.

Wickham H, Bryan J, attribution) Rs (Copyright holder of all R code and all C code without explicit copyright, code) MK (Author of included R, code) KV (Author of included libxls, code) CL (Author of included libxls, code) BC (Author of included libxls, code) DH (Author of included libxls, & code) EM (Author of included libxls (2022a). readxl: Read Excel Files (versie 1.4.0). R package1.4.0.

Wickham H, Chang W, Henry L, Pedersen TL, Takahashi K, Wilke C, Woo K, Yutani H, Dunnington D, et al. (2022b). ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics (versie 3.3.6). R package3.3.6.

Zwart K & Velvis H (2001). Verhoging van calciumgehalte in zetmeelaardappelen. Perspectief. Plant Research International, Wageningen, Nota 87, pp 33.

NMI & WUR, Wageningen, 8 maart '23

## Bijlage 1: Overzicht van de behandelingen per locatie.

Nr	Aanvullende calcium	timing en plaatsing	K-gift met K50, kg K <sub>2</sub> O/ha	Berekening
1	geen		200	geen
2	440 kg/ha Calcifert	voor poten	200	geen
3	440 kg/ha Calcifert	op de knol tijdens poten	200	geen
4	440 kg/ha Calcifert	bij knolzetting + inwerken	200	geen
5	geen		350	geen
6	440 kg/ha Calcifert	voor poten	350	geen
7	440 kg/ha Calcifert	op de knol tijdens poten	350	geen
8	440 kg/ha Calcifert	bij knolzetting + inwerken	350	geen
9	geen		200	geen
10	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	voor poten	200	geen
11	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	op de knol tijdens poten	200	geen
12	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	bij knolzetting + inwerken	200	geen
13	geen		350	geen
14	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	voor poten	350	geen
15	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	op de knol tijdens poten	350	geen
16	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	bij knolzetting + inwerken	350	geen
17	geen		200	wel
18	440 kg/ha Calcifert	voor poten	200	wel
19	440 kg/ha Calcifert	op de knol tijdens poten	200	wel
20	440 kg/ha Calcifert	bij knolzetting + inwerken	200	wel
21	geen		350	wel
22	440 kg/ha Calcifert	voor poten	350	wel
23	440 kg/ha Calcifert	op de knol tijdens poten	350	wel
24	440 kg/ha Calcifert	bij knolzetting + inwerken	350	wel
25	geen		200	wel
26	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	voor poten	200	wel
27	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	op de knol tijdens poten	200	wel
28	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	bij knolzetting + inwerken	200	wel
29	geen		350	wel
30	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	voor poten	350	wel
31	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	op de knol tijdens poten	350	wel
32	400 kg/ha CaCl <sub>2</sub>	bij knolzetting + inwerken	350	wel



Bijlage 2. Resultaten grondonderzoek (Eurofins-agro) perceel Valthermond en Vredepeel.

Parameter	Eenheid	Resultaat V'mond	Streeftraject	Resultaat V'peel	streeftraject
N-totaal	kg N/ha	8020	5560-8470	3970	3640-5310
C/N-ratio		24	13-17	20	13-17
NLV	kg N/ha	40	95-145	35	95-145
S-CaCl <sub>2</sub>	kg S/ha	9	20-30	9	20-30
S-totaal	kg S/ha	1640	995-1655	720	655-920
C/S-ratio		115	50-75	108	50-75
SLV	kg S/ha	10	20-30	5	20-30
P-CaCl <sub>2</sub>	kg P/ha	11,1	4,8-7,9	6,9	5,9-9,8
P-AL	kg P/ha	335	290-450	760	430-660
K-CaCl <sub>2</sub>	kg K/ha	280	185-290	120	230-360
K-voorraad	kg K/ha	395	335-465	220	265-405
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	105	190-445	80	235-550
Ca-voorraad	kg Ca/ha	5675	5480-8215	3940	2885-4330
Mg-beschikbaar	kg Mg/ha	265	130-225	330	165-280
Mg-voorraad	kg Mg/ha	495	235-485	285	155-435
Zuurgraad (pH-CaCl <sub>2</sub> )		5,0	5,1-5,7	5,8	5,6-6,1
C-organisch	%	7,1		2,4	
Organische stof	%	11,5		4,3	
Koolzure kalk	%	<0,2	2,0-3,0	0,3	2,0-3,0
CEC	mmol(+)/kg	147	>138	71	>53
CEC-bezetting	%	87	>95	98	>95
Ca-bezetting	%	73	75-85	85	75-85
Mg-bezetting	%	10	6,0-10	10	6,0-10
K-bezetting	%	2,6	2,0-5,0	2,4	2,0-5,0
Na-bezetting	%	0,9	1,0-1,5	0,7	1,-1,5
H-bezetting	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Al-bezetting	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1