



Onderzoek naar de verhoging van het calciumgehalte in aardappelknollen

In opdracht van Agrobiokon

Vertrouwelijk

Roland Velema, Pim van de Griend & Henk Velvis





Onderzoek naar de verhoging van het calciumgehalte in aardappelknollen

In opdracht van Agrobiokon

Vertrouwelijk

Roland Velema¹, Pim van de Griend¹ & Henk Velvis²

¹ HLB B.V.

² Plant Research International

© 2001 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

HLB B.V.

Kampsweg 27
9418 PD Wijster
+31 (0)593 58 28 28
+31 (0)593 58 28 29
info@hlbbv.nl
www.hlbbv.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Inleiding	1
1. Opzet en uitvoering	2
2. Resultaten	4
2.1 Opbrengst	4
2.2 Minerale samenstelling	4
3. Discussie	6
4. Conclusies	7
Literatuur	8
Bijlage I. Proefveldschema KKR2 1999	1 p.
Bijlage II. Overzicht van significantie van de factoren van proefveld KKR2 en de interacties	1 p.
Bijlage III. Resultaten proefveld KKR2	1 p.

Inleiding

In het kader van het deelproject 'Nutriëntenvoorziening' van de deelcluster 'Innovatie Aardappelteelt' van Agrobiokon is door HLB onderzoek uitgevoerd naar de calciumvoorziening in pootaardappelen.

Het calciumgehalte van pootgoed, verbouwd op de noordoostelijke zand en dalgronden is over het algemeen veel lager dan dat van pootgoed afkomstig van kleigrond. (Velema en Veninga, 1996). In 1997 en 1998 is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om het calciumgehalte in pootgoed te verhogen. Het bleek mogelijk het calciumgehalte in de knollen te verhogen. De gehalte die op kleigrond gehaald worden, werden in deze proeven niet bereikt.

In 1997 is de proef uitgevoerd met verschillende calciumhoudende stoffen. Gips bleek een van de stoffen die het meest geschikt was (Velema, 1997).

Verder kwam uit het onderzoek naar voren dat de methode van inwerken mogelijk effect heeft op de mate waarin het calciumgehalte kan worden verhoogd. Deze veronderstelling werd gedaan naar aanleiding van het feit dat in een veldproef in 1996 met dezelfde dosering gips een veel grotere verhoging van het calciumgehalte werd gemeten dan in 1997. In 1996 werd de gips beter door het bovenste deel van de bouwvoor gemengd.

De proeven in 1996 en 1997 zijn steeds uitgevoerd met 2 ton gips per hectare.

Bovenstaande gaf aanleiding om te onderzoeken of met een hogere dosering gips een verdere verhoging van de calciumgehaltenes in knollen mogelijk is. Behalve naar de methode van inwerken is ook gekeken naar de plaatsing van de gips en de dosering.

In dit rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek, dat in 1999 werd uitgevoerd.

1. Opzet en uitvoering

De proef is aangelegd op een zandgrond in Rolde (HLB code: KKR2 1999). Voor aanleg van de proef zijn grondmonsters genomen ter bepaling van de bodemvruchtbaarheid. De resultaten hiervan zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1. Resultaten van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek op het proefveld te Rolde.

pH	5.0	
organische stof	3.6	%
Pw-getal	32	mg P ₂ O ₅ per kg grond
K-getal	12	mg K ₂ O per 100 g grond
Ca	867	ppm
Mg	54	ppm
S	12	ppm
B	0.7	ppm
Mn	2	ppm
Zn	10	ppm

De bemesting is uitgevoerd volgens de gangbare advisering. In de proef zijn de factoren gipsdosering en toedieningsmethode opgenomen. De factor gipsdosering had vier niveaus: 0, 2, 8 en 16 ton gips per ha. De factor toedienings- en inwerkmethode had drie niveaus: volvelds toedienen en inwerken met een spitmachine (werkdiepte: 18 cm), volvelds toedienen en inwerken met een pennenfrees (werkdiepte: 6 cm) en toedienen in stroken van 25 cm breed en inwerken met een pennenfrees (werkdiepte 6 cm). In onderstaande tabel is een overzicht van de objecten gegeven.

Tabel 2. Overzicht van de objecten.

Object	Dosering (ton/ha)	Toediening	Inwerken	Werkdiepte (cm)
A1	0	volvelds	spitmachine	18
A2	0	volvelds	pennenfrees	6
A3	0	strook (25 cm)	pennenfrees	6
B1	2	volvelds	spitmachine	18
B2	2	volvelds	pennenfrees	6
B3	2	strook (25 cm)	pennenfrees	6
C1	6	volvelds	spitmachine	18
C2	6	volvelds	pennenfrees	6
C3	6	strook (25 cm)	pennenfrees	6
D1	18	volvelds	spitmachine	18
D2	18	volvelds	pennenfrees	6
D3	18	strook (25 cm)	pennenfrees	6

De proef is aangelegd als gewarde blokkenproef in 4 herhalingen. Vanwege de inzet van machines zijn de objecten binnen de blokken niet volledig geward. Een proefveldschema is weergegeven in Bijlage I.

Na het toedienen en inwerken van de gips zijn de aardappelen (ras: Seresta; maat 35/50 mm) gepoot. Gedurende het groeiseizoen zijn regelmatig gewaswaarnemingen gedaan en is de grondbedekking gemeten met een gewasreflectiemeter. In de loop van augustus werden van elk veld vier planten geoogst. Van de knollen werd het gewicht en de minerale samenstelling bepaald. In Tabel 3 is een overzicht van de werkzaamheden weergegeven.

Tabel 3. Overzicht van de werkzaamheden.

Activiteit	Datum
Poten	05/05/99
Gewasreflectiemeting 1	14/06/99
Gewasreflectiemeting 2	06/07/99
Gewasreflectiemeting 3	06/08/99
Oogst	15/08/99

2. Resultaten

In Bijlage II is een overzicht gegeven van de significantie van de verschillende factoren op de waarnemingen en metingen. De berekeningen zijn uitgevoerd met de factoren behandeling, dosering en toediening/inwerkmethode. De factor behandeling heeft de niveaus 'wel' en 'geen gips'. Bij het doorrekenen van de variabelen kan dan tot een conclusie worden gekomen dat gips wel effect heeft, maar dat de dosering er niet toe doet. De afzonderlijke factoren kunnen echter ook tot een factor worden omgevormd, door uit te gaan van de concentratie van de gips in het bewerkte gedeelte van de bouwvoor. Uitgaande van een dichtheid van de bouwvoor van 1.5 kg per dm³ een werkdiepte van de spitmachine van 18 cm en van een frees van 6 cm, kunnen de volgende concentratie worden berekend.

Tabel 4. *Het relatie tussen de verschillende verdelingsmethode, de inwerkmethode en de dosering en de concentratie gips (‰).*

Verdeling	Inwerking	Dosering gips (ton per ha)			
		0	2	6	18
Volvelds	spitmachine	0.0	0.7	2.2	6.7
Volvelds	pennenfrees	0.0	2.2	6.7	20.0
Strook	pennenfrees	0.0	6.7	20.0	60.0

2.1 Opbrengst

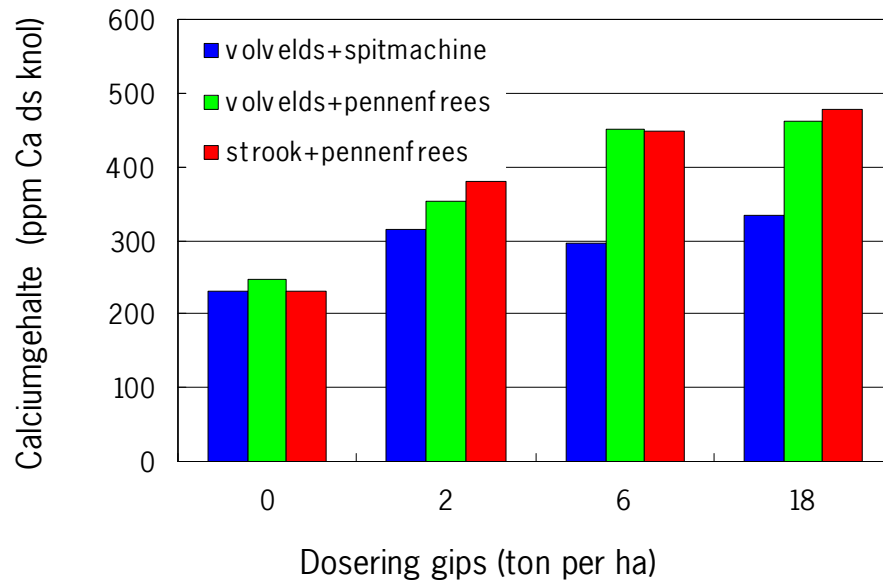
De opbrengst, de mate van aantasting door poederschurft en rhizoctonia zijn weergegeven in Bijlage III. Bij de opbrengst is er een effect van bewerkingsmethode. De opbrengst op velden die met de spitmachine zijn bewerkt zijn hoger dan die met een frees zijn bewerkt. Mogelijk zijn structuurverschillen in de grond als gevolg van de bewerking hiervan de oorzaak. Door de bewerking met een frees wordt de grond in het algemeen fijner dan bij een bewerking met een spitmachine.

De resultaten van de beoordeling van de knollen op poederschurft geven een significante interactie te zien tussen het toedienen van calcium en de inwerk/toedieningsmethode. Hieraan kan niet veel waarde worden gehecht, omdat er ook een significant verschil is tussen de objecten met infrezen onderling, terwijl de bewerking hetzelfde is. Mogelijke oorzaak van dit significante effect kan zijn de heterogene verdeling van poederschurft op het veld in combinatie met de niet volledige inwarring van de objecten.

De toediening van gips en de inwerk/toedieningsmethode hebben geen effect op het voorkomen van *Rhizoctonia solani*.

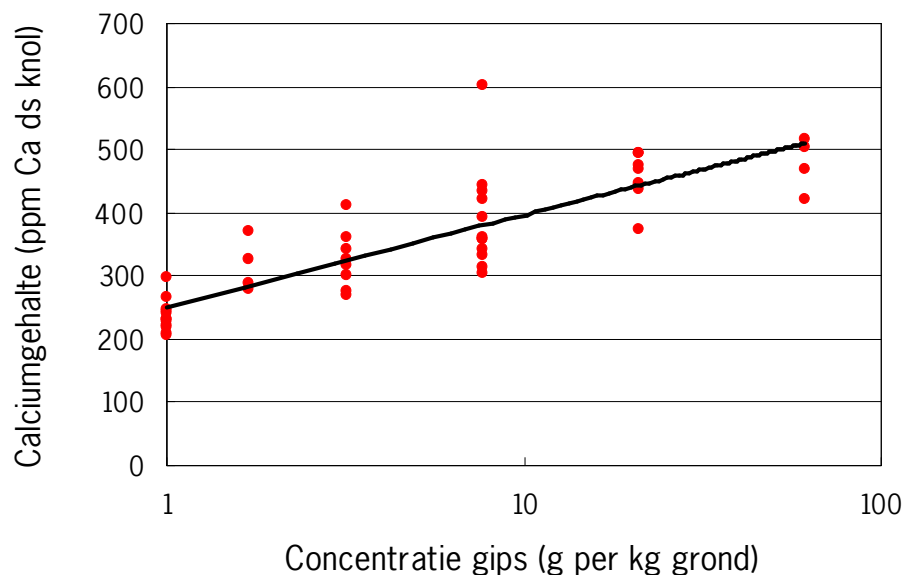
2.2 Minerale samenstelling

Er is een duidelijk effect van de factoren calciumgift en de toedienings- en inwerkmethode op het calciumgehalte in de knol. In Figuur 1 is dit weergegeven. Ook de interactie tussen genoemde factoren is significant. Uit de grafiek blijkt dat een verdrievoudiging van de gipsdosering niet leidt tot een evenredige varhoging van het calciumgehalte in de knollen.



Figuur 1. Het effect van de dosering en de toedienings- en inwerkmethodes van gips op het calciumgehalte van de geoogste knollen.

De relatie tussen de concentratie gips in de grond en de gehalten in de knol van P, K, Ca, Mg, S en Zn zijn significant. Met uitzondering van die van calcium zijn de effecten gering. De relatie tussen de concentratie gips in de bodem en het calciumgehalte in de knollen is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2. De relatie tussen de concentratie gips (g per kg) in de grond en het calciumgehalte in de knol (ppm Ca ds knol). $[Ca] = 62.9 \times \log([gips_{grond}]) + 252$; $R^2=0.71$.

3. **Discussie**

Verhoging van het calciumgehalte is goed mogelijk. Het benaderen van de gehalten die in pootgoed afkomstig van kleigrond zijn gemeten is gelukt. Verhoging van de gips dosering van 2 naar 8 of 16 ton per hectare had wel enig effect, maar leidde niet tot een verdrievoudiging van de calciumconcentratie in de knol.

Er blijkt een loglineair verband tussen de concentratie gips in de grond en het calciumgehalte in de knol. Dit betekent dat elke opeenvolgende verdubbeling van het calciumgehalte in de grond 10 keer hoger moet zijn dan die bij de voorgaande verdubbeling. Dit houdt ook in, dat wanneer door verhoging van de gipsdosering een verhoging van het calciumgehalte in de knol bereikt moet worden er extreem grote hoeveelheden gips dienen te worden gebruikt.

Wordt de gips met een pennenfrees met een werkdiepte van 6 cm ingewerkt, dan is het effect op het calciumgehalte in de knol veel groter, dan wanneer de gips 18 cm diep wordt ingespit. In het eerste geval is de concentratie gips in bovenste 6 cm van de bouwvoor drie keer zo hoog. Dit is blijkbaar wel het gebied waar de meeste calcium wordt opgenomen.

4. Conclusies

Toediening van gips aan de grond verhoogde het calciumgehalte in knollen.

Het effect van toediening van gips was groter in het geval de gips werd ingewerkt met de frees, vergeleken met de spitmachine.

De methode van toedienen, volvelds of in stroken, had geen effect op het calciumgehalte in de knol.

Literatuur

Hoekzema, G. & A. Tolner, 1996.

Het effect van calcium op de kieming van aardappelen. Intern rapport 4-96. Hilbrandslaboratorium, Assen (1996): 79 p.

Velema, R.A.J. & G. Veninga, 1996.

Oriënterend onderzoek naar de relatie tussen het gehalte aan hoofd- en sporenelementen in de knol en de knolkwaliteit. Intern rapport. H.L. Hilbrands Laboratorium voor Bodemziekten, Assen (1996): 3 p.

Velema, R.A.J., 1998.

Minerale samenstelling van aardappelknollen in relatie tot grond- en gewasbehandeling, ras en oogsttijdstip. Intern rapport 98023. Hilbrandslaboratorium, Assen (1998): 22p

Velema, R.A.J. & P. van de Griend, 1999.

Het effect van toediening van calcium en borium aan de grond op de opbrengst, kwaliteit en minerale samenstelling van pootaardappelen, in opdracht van Agrobiokon. Rapport 99031. Hilbrandslaboratorium, Assen (1999): 21p.

Velvis, H., 1998.

Literatuurstudie calcium en borium (en andere micronutriënten) in aardappel, toegespitst op de relatie met ziekten en gebrekverschijnselen. AB-DLO Nota 119, Haren (1998): 33p.

Bijlage I.

Proefveldschema KKR2 1999

	spit 18 D1 43	strook 18 D3 44	frees 18 D2 45	spit 2 B1 46	frees 2 B2 47	strook 2 B3 48	
III	spit 0 A1 37	strook 0 A3 38	frees 0 A2 39	spit 6 C1 40	frees 6 C2 41	strook 6 C3 42	IV
	spit 6 C1 31	strook 6 C3 32	frees 6 C2 33	spit 0 A1 34	frees 0 A2 35	strook 0 A3 36	
	spit 2 B1 25	strook 2 B3 26	frees 2 B2 27	spit 18 D1 28	frees 18 D2 29	strook 18 D3 30	
	spit 6 C1 19	strook 6 C3 20	frees 6 C2 21	spit 2 B1 22	frees 2 B2 23	strook 2 B3 24	
I	spit 18 D1 13	strook 18 D3 14	frees 18 D2 15	spit 0 A1 16	frees 0 A2 17	strook 0 A3 18	II
	spit 2 B1 7	strook 2 B3 8	frees 2 B2 9	spit 18 D1 10	frees 18 D2 11	strook 18 D3 12	
	spit 0 A1 1	strook 0 A3 2	frees 0 A2 3	spit 6 C1 4	frees 6 C2 5	strook 6 C3 6	

← 3m →

↑ 3m
↓

	object	dosering	toediening	methode	diepte
spit 0 A1 1	A1	0	vv	spitmachine	18 cm
	A2	0	vv	pennenfrees	6 cm
	A3	0	25 cm	strokenfrees	6 cm
	B1	2	vv	spitmachine	18 cm
	B2	2	vv	pennenfrees	6 cm
	B3	2	25 cm	strokenfrees	6 cm
	C1	6	vv	spitmachine	18 cm
	C2	6	vv	pennenfrees	6 cm
	C3	6	25 cm	strokenfrees	6 cm
	D1	18	vv	spitmachine	18 cm
	D2	18	vv	pennenfrees	6 cm
	D3	18	25 cm	strokenfrees	6 cm

dosering = tonnen gips per ha

Bijlage II.

Overzicht van significantie van de factoren van proefveld KKR2 en de interacties

	Ca	Methode	Ca x dos	Ca x methode	Ca x dos x methode	Concentratie
Opbrengst	-	*	-	~	-	~
Poederschurft	-	-	-	*	-	-
Rhizoctonia	-	~	-	-	-	-
Minerale samenstelling						
N	-	-	-	-	-	-
P	-	**	-	-	-	*
K	-	**	*	-	-	***
Ca	***	***	**	*_	-	***
Mg	~	-	-	-	~	*
S	***	**	**	*	-	*
B	*	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	*	-
Zn	**	*	-	-	-	*

***: $P < 0.001$

** : $0.001 < P < 0.01$

* : $0.01 < P < 0.05$

~ : $0.05 < P < 0.1$ |

- : $P > 0.1$

Bijlage III.

Resultaten proefveld KKR2

		Opbrengst	Poederschurft	Rhizoctonia	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Zn	
					%	%	%	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	
gemiddeld		2.7 ¹	1.1 ¹	1.3 ¹	0.8	0.2	1.3	352	0.1 ¹	0.1 ¹	4.0 ¹	7.0 ¹	16.2	
behandeling geen		2.8 ¹	1.1 ¹	1.4 ¹	0.8	0.2	1.3	236	0.1 ¹	0.1	4.4 ¹	6.9 ¹	15.4	
gips		2.7 ¹	1.0 ¹	1.3 ¹	0.8	0.2	1.3	391	0.1 ¹	0.1	3.9 ¹	7.0 ¹	16.4	
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>33</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>0.4</i>	<i>ns</i>	<i>0.8</i>	
dosering 0		2.8 ¹	1.1 ¹	1.4 ¹	0.8	0.2	1.3	237	0.1 ¹	0.1	4.4 ¹	6.9 ¹	15.4	
2		2.7 ¹	1.0 ¹	1.5 ¹	0.8	0.2	1.2	350	0.0 ¹	0.1 ¹	3.7 ¹	7.0 ¹	16.2	
6		2.8 ¹	1.0 ¹	1.1 ¹	0.8	0.2	1.2	398	0.1 ¹	0.1 ¹	3.9 ¹	6.8 ¹	16.4	
18		2.7 ¹	1.0 ¹	1.3 ¹	0.8	0.2	1.3	424	0.1 ¹	0.1 ¹	4.1 ¹	7.4 ¹	16.7	
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>41</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
methode spitma- chine		2.9 ¹	1.1 ¹	1.8 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	294	0.1 ¹	0.1 ¹	4.0 ¹	7.0 ¹	15.5	
frees		2.7 ¹	1.0 ¹	1.5 ¹	0.8 ¹	0.2	1.3	379	0.1 ¹	0.1 ¹	4.0 ¹	7.3 ¹	16.7	
strook		2.6 ¹	1.0 ¹	0.8 ¹	0.8	0.2	1.3	384	0.1 ¹	0.1 ¹	4.0 ¹	6.8 ¹	16.3	
<i>LSD</i>		<i>0.2</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>35</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0.8</i>	
behandeling geen		2.8	1.0 ¹	1.7 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	231	0.1 ¹	0.1 ¹	4.3 ¹	7.0 ¹	14.4	
x methode		3.0 ¹	0.9 ¹	1.2 ¹	0.8 ¹	0.2	1.3	248	0.1 ¹	0.1 ¹	4.6 ¹	7.0 ¹	16.3	
gips		2.7 ¹	1.5 ¹	1.2 ¹	0.8	0.2	1.3	231	0.1 ¹	0.0 ¹	4.2 ¹	6.7 ¹	15.5	
spitma- chine		3.0 ¹	1.2 ¹	1.8 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	315	0.0 ¹	0.1 ¹	3.8 ¹	7.0 ¹	15.9	
frees		2.6 ¹	1.0 ¹	1.5 ¹	0.8 ¹	0.2	1.3	422	0.1 ¹	0.1 ¹	3.8 ¹	7.4 ¹	16.8	
strook		2.7 ¹	0.9 ¹	0.6 ¹	0.8	0.2	1.3	435	0.1 ¹	0.1 ¹	3.9 ¹	6.8 ¹	16.6	
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>0.7</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>57</i>	<i>ns</i>	<i>0.0</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
methode x		2.8	1.0 ¹	1.7 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	231	0.1 ¹	0.1 ¹	4.3 ¹	7.0 ¹	14.4	
dosering		2	2.8 ¹	1.0 ¹	2.2 ¹	0.8	0.2	1.2	316	0.1 ¹	0.1 ¹	3.7 ¹	7.7 ¹	16.0
6		3.2 ¹	1.3 ¹	1.5 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	597	0.1 ¹	0.1 ¹	4.0 ¹	6.5 ¹	15.7	
18		2.9 ¹	1.2 ¹	1.7 ¹	0.8	0.1 ¹	1.2	334	0.1 ¹	0.1 ¹	3.9 ¹	6.7 ¹	16.0	
frees		0	3.0 ¹	0.9 ¹	1.2 ¹	0.8 ¹	0.2	1.3	248	0.1 ¹	0.1 ¹	4.6 ¹	7.0 ¹	16.3
2		2.7 ¹	1.2 ¹	2.0 ¹	0.8	0.2	1.2	354	0.0 ¹	0.1 ¹	3.7 ¹	6.5 ¹	16.5	
6		2.6 ¹	0.8 ¹	1.0 ¹	0.9 ¹	0.2	1.2	452	0.1 ¹	0.1 ¹	3.8 ¹	7.5 ¹	17.0	
18		2.5 ¹	1.0 ¹	1.7 ¹	0.8	0.2	1.3	461	0.1 ¹	0.1 ¹	4.1 ¹	8.2 ¹	17.0	
strook		0	2.7 ¹	1.5 ¹	1.2 ¹	0.8	0.2	1.3	231	0.1 ¹	0.0 ¹	4.2 ¹	6.7 ¹	15.5
2		2.6 ¹	0.9 ¹	0.5 ¹	0.8	0.2	1.3	680	0.1 ¹	0.1 ¹	3.7 ¹	6.7 ¹	16.3	
6		2.5 ¹	0.9 ¹	1.0 ¹	0.8	0.2	1.3	447	0.1 ¹	0.1 ¹	3.9 ¹	6.5 ¹	16.4	
18		2.6 ¹	0.9 ¹	0.5 ¹	0.8	0.2	1.4	478	0.1 ¹	0.1 ¹	4.3 ¹	7.2 ¹	17.2	
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>1.2</i>	<i>ns</i>	