

- 3 OKT. 1989

CB

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
7
6
V
42

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION TUINBOUW ONDER GLAS

STEVIGHEID TOMAAT: DE EERSTE RESULTATEN VAN DE DRUK-TREKBANK

door
Wouter Verkerke

september 1989

Intern verslag nr.43

2243478

A
6
V
42

PROEFSTATION TUINBOUW ONDER GLAS

STEVIGHEID TOMAAT: DE EERSTE RESULTATEN MET DE DRUK-TREKBANK

door

Wouter Verkerke

september 1989

INHOUD

Inleiding.....	1
Materiaal & Methoden.....	1
Resultaten.....	4
Discussie.....	5
Vergelijking modelonderzoek tomaat.....	7
Samenvatting.....	8
Dankbetuiging.....	8
Literatuur.....	9
Bijlage 1.....	10
Figuren	11-17

INLEIDING

Voor het onderzoek aan de opbouw van stevigheid tomaat is de druk-trekbank operationeel gemaakt. Dit verslag bespreekt de resultaten van de opstartfase van het stevigheidsonderzoek. Bij het ontwerpen van de stevigheidstest heb ik me voornamelijk gebaseerd op het werk dat in de voorgaande twee jaren op het Sprenger Instituut is gedaan (Kemp et al., 1988; Struijlaart & Tijskens, 1987; Westerling, 1988). Als uitgangspunt heb ik genomen een methode gekozen waarbij vruchten niet-destructief worden gemeten (Westerling, 1988). Hierbij wordt gebruik gemaakt van een vlakke plaat als plunjer en compressie tot een kracht van 3 N. Hoewel in dit onderzoeksproject uiteindelijk ook aan ontwikkelende vruchten gewerkt moet worden, heb ik me bij het uittesten van de apparatuur uit pragmatische overwegingen beperkt tot het meten van het stevigheidsverval van volgroeide tomaten tijdens de bewaarfase. Een niet-destructieve test komt daar het meest voor in aanmerking.

In een eerste proef is nagegaan of door het herhaaldelijk meten met de druk-trekbank het uitstal leven van de vruchten nadelig beïnvloed wordt. Bij het bepalen van het stevigheidsverval van een partij moet elke vrucht gedurende de bewaartijd meerdere keren gemeten worden. Bij elke meting wordt een vrucht een klein stukje ingedrukt. Om na te gaan of die herhaalde indrukking leidt tot een versneld zacht worden van de vruchten, is het effect van een paar verschillende reeksen van opeenvolgende indrukkingen op het uitstal leven bepaald.

In een tweede proef is ervaring opgedaan met het herhaald meten met de druk-trekbank, om een indruk te krijgen van de hoeveelheid werk die dit per dag met zich mee brengt en om het verloop van de stevigheid te volgen tijdens de bewaarfase.

In de derde proef zijn daarna uit kas 306 (Hetelucht teelt 1989) twee verschillende rassen die onder identieke omstandigheden zijn opgekweekt vergeleken. Deze rassen horen bij een groep die in het gebruikswaarde onderzoek beoordeeld worden.

MATERIAAL & METHODEN

De Instron - De stevigheidsmetingen worden uitgevoerd met een INSTRON series 4301 test instrument. Dit apparaat wordt geheel vanaf de Olivetti M 28 met een 60 MB harde schijf bestuurd. Met de Instron software (series 9 versie 4.03) kunnen verschillende parameters tegelijk berekend worden.

Voor een meting wordt de vrucht zodanig op de bodemplaat van de Instron neergelegd dat de plunjer het hoogste punt midden tussen de schotten zal raken. Dit punt is eenvoudig te vinden bij het kontje: daar komen de vaatbundels die midden over de hokken lopen samen. Hoe de schotten georiënteerd staan is het best te zien bij het kroontje; de schotaanhechtingen zijn daar zichtbaar als twee kuiltjes. Het denkbeeldig snijvlak door de schotten staat loodrecht op dat door de vaatbundels. Als de tomaat zo neergelegd wordt, hoeft het kroontje dus niet altijd precies naar voren liggen; ook ligt de as van de vrucht dus niet altijd helemaal horizontaal. Bij driehokkige tomaten staan de genoemde snijvlakken uiteraard niet loodrecht op elkaar. Tijdens het meten wordt de tomaat langzaam ingedrukt met een vlakke plaat totdat een kracht ontwikkeld is van 3.5 N (compressie methode 6 van het Instron menu). Het apparaat meet dan tot op 0.01 mm nauwkeurig de indrukking die optreedt bij een

compressie van 3.0 N, de vruchtdiameter en het percentage deformatie (de "strain" of "compressive strain"). Zie voor een specificatie van de testmethode Bijlage 1. Na de eerste indrukking wordt met een dikke viltstift een kring van ongeveer 2 cm diameter de plek aangegeven waar de plunger de vrucht heeft geraakt. Volgende metingen aan die vrucht worden steeds op diezelfde plek uitgevoerd. Zo kan van elke vrucht het stevigheidsverval tijdens bewaring worden vastgesteld. De metingen worden gestopt als een partij gemiddeld over de 2 mm indrukking heen komt. Deze grens is gekozen na het meten van enkele vruchten die door Walter Gielesen in de bewaarproeven van andere tomaten sensorisch als zacht waren beoordeeld en dus hun daguit (dagzacht) bereikt hadden. Zulke vruchten zijn tussen de 2.0 en 2.2 mm indrukbaar. De partijgemiddelden zijn uitgezet in grafieken die het verloop van de stevigheid in de tijd weergeven. Op de Y-as staat de compressie in millimeters vermenigvuldigd met -1; dit geeft het stevigheidsverval weer. In het geval van relatieve indrukking staat op de Y-as het percentage deformatie (= indrukking/diameter x 100%) vermenigvuldigd met -1 uitgezet.

De tomaten - Voor proef 1 zijn tomaten gebruikt die afkomstig zijn uit een kistje dat geoogst is op het proefstation. Uit die kist is een selectie gemaakt op uniforme kleur, waarbij lelijke of beschadigde vruchten zijn weggelaten. Met de Instron zijn vier verschillende behandelingen gegeven. Deze behandelingen zijn: (A) niet indrukken, alleen met viltstift beschrijven; (B) 1 maal indrukken; (C) 3 maal indrukken; (D) 8 maal indrukken. De successievelijke indrukkingen worden onmiddellijk na elkaar uitgevoerd. Na deze behandeling zijn de tomaten in de bewaarcellen gelegd (20 graden C en rv = 80%) en is de dag van doorkleuring (100% oranje, schaal 8 CBT) en de daguit (dagzacht) sensorisch bepaald door Walter Gielesen. Dit gebeurde net zo als in de bewaarproeven die al enige tijd op het PTG worden gedaan. Tevens werd gekeken of er uiterlijke beschadigingen op de vrucht waarneembaar waren die het gevolg zouden kunnen zijn van het indrukken met de plunjer.

Voor proef 2 werden uit kas 402 en Kas 306 tomaten geoogst en op het oog gesorteerd. Uit Kas 402 komen vruchten van het ras Blizzard die gekweekt zijn op substraat; het gaat om vroege stookteelt. Uit kas 306 komen vruchten van het ras Criterium, gekweekt op grond, hete lucht teelt. Voor deze proef zijn vruchten van zoveel mogelijk gelijke kleur en grootte gekozen, terwijl exemplaren met veel beschadiging of veel zwelscheurtjes niet meegenomen werden. Per herkomst werden er zo 36 vruchten verzameld en vervolgens in twee groepen van 18 onderverdeeld: Kas 402 in A en B, Kas 306 in C en D. De groepen A en C werden 2x per week gemeten, en wel elke vrijdag en maandag; B en D werden elke werkdag gemeten, dus 5x per week.

Voor proef 3 zijn de rassen 84065 Royal Sluis (Ras B) en Liberto 1138 de Ruiter (Ras C) vergeleken. Van elk ras werden deelgroepjes van 18 vruchten gemaakt. Deze vruchten werden op maandag, woensdag en vrijdag, ofwel op dinsdag en donderdag gemeten. Nagegaan werd: (1) het verloop van de stevigheid per ras; (2) het effect van val-simulatie; (3) het effect van wel of niet meten op het verloop van de stevigheid (4) het effect van sorteren op kleur.

RESULTATEN

Proef 1. De invloed van indrukken op de daguit (Tabel 1, Figuur 1).

Behandeling	Doorkleur	SD	Daguit	SD
A	4.8	1.5	21.2	2.8
B	4.3	2.0	19.5	3.9
C	4.2	1.5	20.7	4.9
D	4.2	1.2	20.5	4.1

Tabel 1. Effect van 4 compressie behandelingen op de dag van doorkleur en daguit met standaarddeviatie.

Geen enkele vrucht vertoonde kneuzingen of andere uiterlijke defecten ten gevolge van de verschillende behandelingen. Wel bestond de indruk dat de tomaten op de plek van het indrukken relatief het zachtste waren. Dit is echter niet verwonderlijk als je bedenkt dat daar de tomaat ook als eerste zacht wordt. Het verschijnsel trad ook op bij groep A, en ook aan de onderkant van de vrucht, waar hij op de bodemplaat heeft gelegen. De verschillen tussen de deelpartijen zijn klein, de spreiding binnen 1 groep is groot.

Proef 2. De invloed van de meetfrequentie op het verloop van de stevigheid (Figuren 2-5).

2.1. 2x of 5x

Bij de vruchten van alle twee de herkomsten zijn de stevigheids-curves voor 2x of 5x meten identiek over een periode van drie weken (Figuur 2, 3). De intensief gemeten partijen B en D zijn dan elk 15 X ingedrukt. Na drie weken zakt de intensief gemeten partij iets onder de minder intensief gemeten groep, maar grote verschillen treden niet op. De coëfficiënt van variatie bedraagt steeds ongeveer 10%. Na drie weken van 5 X per week indrukken treedt er soms ook een lichte permanente indrukking op. Opvallend zijn de twee kleine pieken in B en D aan het eind van de curve: een toename in de stevigheid van de vruchten. Deze toenames in stevigheid traden op toen de verwarming van de bewaarcellen uitgevallen was en er tijdelijk een overmatige koeling optrad (tot 4 C).

2.2 Kas 402 versus Kas 306 (Figuur 4)

Uitgaande van een identieke stevigheid bij oogst ontstaan er in de periode van twee tot drie weken kleine verschillen in stevigheid tussen de twee partijen. Kas 402 (substraat) is dan wat steviger dan kas 306 (grond). Later vervlakken de verschillen, om na 4 weken om te draaien. De coëfficiënt van variatie is steeds ongeveer 10%. De curve heeft een zwak asymptotisch verloop.

2.3. Stevigheid uitgedrukt als percentage indrukking of absolute afstand (Figuur 4, 5)

De vergelijking van het percentage deformatie (een relatief bedrag) met het aantal mm indrukking (een absoluut bedrag) laat zien dat, gerekend met het % deformatie, vruchten uit kas 402 zachter worden dan die uit 306, terwijl dit andersom is gerekend naar het aantal millimeter indrukking.

Tussen de curves van de twee partijen zitten echter slechts kleine verschillen. De vruchten uit kas 402 waren gemiddeld 48 mm in diameter; de vruchten uit kas 306 waren gemiddeld 54 mm in diameter.

Proef 3. De stevigheid van twee rassen (Figuur 6-9, Tabel 2)

3.1. De verschillen tussen de rassen en het effect van de val-simulator.

Ras Liberto is veel langer stevig dan 84065. Dit komt naar voren uit 5 herhalingen van een vergelijking tussen 18 tomaten van elk ras (Fig. 6). Bij deze rassen was er geen verschil in uitkomst naar gelang welke parameter gebruikt werd: mm indrukbaarheid of % deformatie (Fig. 7a,b). Met elk van de twee parameters kwam steeds naar voren dat ras 84065 na ongeveer drie weken zacht was geworden (de curve passeerde de 2.00 mm indrukking) en dat het ras van Liberto dan nog een aanvaardbare stevigheid had. Bij dit laatste ras bereikt de stevigheid een plateau waarde na 3 weken.

Het gebruik van de val-simulator had bij het zwakke ras geen effect op het verloop van de stevigheid (Figuur 8a). Het gebruik van de val-simulator had echter wel een duidelijk effect op de visuele aspecten van de vruchten: gevallen vruchten waren er na 3 weken veel slechter aan toe dan niet gevallen vruchten. Ze vertoonden veel meer schimmelplekken, waren rimpeliger en vertoonden andere kleine beschadigingen. Het sterke ras vertoonde na val-simulatie wel een iets groter stevigheidsverval (Fig. 8b).

3.2 Het effect van herhaald indrukken op de stevigheid van Ras 84065 Royal Sluis (Tabel 2).

De stevigheid van deelpartijen die 25 dagen niet gemeten werden, is vergeleken met de stevigheid van deelpartijen die 2 of 3 keer per week gemeten werden (Tabel 2). De partijen zagen er allemaal even goed uit.

	wel meten	niet meten
Beginkleur groen:	2.15-0.34	2.33-0.37
oranje:	2.13-0.48	2.36-0.38
oranje:	2.16-0.28	2.28-0.25
rood:	2.17-0.40	2.34-0.31

Tabel 2. Indrukbaarheid (mm compressie met SD) van al of niet met de instron doorgemeten vruchten na 25 dagen.

3.3 Het effect van sorteren op kleur op het verloop van de stevigheid.

Op kleur sorteren bij oogst leverde aanvankelijk vier groepen op die in stevigheid van elkaar verschilden: de rode en oranje waren zachter dan de groene tomaten. Maar geleidelijk werden die verschillen kleiner, en na 20 dagen verschilden de oorspronkelijke kleurgroepen nog zo'n 4 dagen in tijdstip van overschrijding van de 2 mm indrukking (Figuur 9).

DISCUSSIE

De eerste proef simuleert niet echt de metingen zoals die in de bewaarproeven gedaan worden, want daarbij wordt de vrucht elke dag eenmaal ingedrukt, terwijl de vrucht steeds rijper en wellicht gevoeliger voor kneuzingen wordt. De onduidelijke herkomst van de vruchten is ook een storende factor. De verschillen tussen de behandelingen zijn zo klein dat ik concludeer dat het meerdere keren indrukken van een partij vruchten geen effect op het uitstalleven heeft.

proef 2 - Uit de grote overeenkomst van de curves A en B versus C en D kan geconcludeerd worden dat de veel minder tijdrovende methode om twee keer per week te meten de voorkeur verdient (Figuur 2,3). De zo verkregen curve beschrijft het stevigheidsverlies goed. Bij toekomstige proeven kan twee of drie keer per week gemeten worden, dat kost voor een monster van 20 tomaten 2 a 3 keer 10 minuten per week. Door sommige op maandag, woensdag en vrijdag en andere op dinsdag en donderdag te meten kun je het werk spreiden. De constructie van een stevigheidscurve kost dus per tray (ongeveer 20 tomaten) ongeveer 30 minuten per week. Dit duurt echter nog steeds veel langer dan sensorisch meten.

De verschillen tussen de gemeten partijen in proef 2 zijn klein. De curves zijn geen rechte lijnen, maar hebben een zwak asymptotisch verloop. Deze vorm komt overeen met die van de curves zoals geconstrueerd door Bourne (1967), maar wijkt af van de rechte regressielijnen van Kemp et al. (1988) die het stevigheidsverval maten over de eerste 16 dagen in de post-harvest fase. De vruchten lijken erg lang houdbaar; een periode van drie weken is normaal. Wellicht is de door ons gehanteerde grens voor classificatie als zacht hier debet aan: Westerling (1988) neemt 1.41 mm indrukbaar als grens, wij nemen 2.00 mm als grens. Verder onderzoek moet uitwijzen welke grenswaarde het meest reeel is.

De verschillen tussen absolute en percentuele indrukking zijn te verklaren uit het verschil in diameter tussen de partijen (48 mm bij kas 402 en 54 mm bij kas 306). Neem bijvoorbeeld het tweede meetpunt in de grafieken (Figuur 4,5): een vrijwel identieke absolute indrukking (0.86 mm versus 0.87 mm) is uitgedrukt als percentrage van de diameter bij de kleinere vruchten 1.81 % en bij de grotere vruchten 1.62 %. Bij een gelijk afnemende absolute indrukking, lijken de grotere vruchten consequent steviger als een relatieve maat gebruikt wordt. Daarom ligt in de % deformatie grafiek de curve van C boven die van A, terwijl als de absolute indrukking als parameter gebruikt wordt, A boven C ligt.

Overigens blijkt de vrucht moeilijk steeds op exact dezelfde manier neer te leggen voor meting. Uit vooronderzoek blijkt echter dat gemeten over een klein traject van het vruchtoppervlak de indrukking in millimeter gelijk blijft. Maar de diameter van de vrucht verandert wel over dat traject, en zo zou het % deformatie beïnvloed kunnen worden. Een relatieve maat lijkt dus meer gevoelig voor meetfouten. De soms na drie weken optredende kleine permanente deformatie maakt de metingen aan het eind van de bewaarfase wellicht wat minder nauwkeurig: het lijkt erop dat de tomaten uitdrogen. Met een dichte onderplaat en losse ringen waar de tomaat steeds op de zelfde manier ingelegd kan worden, is het waarschijnlijk mogelijk om nauwkeuriger te meten. Ook zou je toch weer een stip kunnen zetten ipv de nu neergezette cirkel, want de effecten van het zetten van een stip op de plek van indrukking lijken afwezig.

Een principieel verschil tussen % en mm is de benadering van deformatie: beschouw je de tomaat als een homogene en volkomen elastische bol dan is een percentuele indrukking een reële maat voor de stevigheid. Echter, bij een niet homogene vrucht is het denkbaar dat eigenschappen van alleen de schil de gemeten indrukbaarheid gaan bepalen. Het gebruik van strain (% deformatie) lijkt in deze proeven net zo goed het stevigheidsverval weer te geven als de absolute indrukking in millimeter. Maar theoretische en intuïtieve overwegingen doen mij toch overhellen naar een keuze voor mm indrukking als parameter. Althans bij deze lage krachten (3 N) lijkt een tomaat zich onder compressie nauwelijks te gedragen als een homogene elastische bol. Het gaat er volgens mij om dat de schil zacht is of niet, niet hoe groot de tomaat is. Ervaringsfeiten wijzen er ook al op dat als de schil zacht aanvoelt, dat dan de tomaat als zacht wordt ervaren; de diameter is dan niet in het geding. Dit staat in tegenstelling tot de resultaten van Kemp et al. (1988) die vonden dat juist het % deformatie beter gecorreleerd was met de sensorisch bepaalde daguit. De auteurs maken echter niet aannemelijk waar dit door verklaard kan worden. Echter, vervolg onderzoek op het Sprenger Instituut wees uit dat in andere gevallen alle twee de parameters goede schatters waren voor de sensorisch bepaalde daguit. Pol Tijskens is echter van mening dat ook bij tomaten die met kleine krachten worden ingedrukt de compressie afstand gerelateerd moet worden aan de diameter van de vrucht, en hij kiest daarom voor % deformatie als maat voor de stevigheid. Onderzoek naar de relatie grofheid-stevigheid zou uit kunnen maken welke parameter het beste voldoet, maar het ijken van instrumentele methoden aan sensorische methoden zal altijd een hachelijke zaak blijven (Szczeniak, 1969). In het toekomstig onderzoek moet de bijdrage van het pericarp aan de vruchtstevigheid verder bepaald worden.

Een probleem van de hier gebruikte meetopstelling met een vlakke plaat is dat naarmate de indrukking groter wordt, het oppervlak van de plaat dat in contact staat met de vrucht ook groter wordt. Dit probleem zou te voorkomen zijn door het gebruik van een plunjer met een veel kleinere diameter. Dit zou als mogelijke consequentie hebben dat we destructieve tests gaan gebruiken, zoals die van Holt (1970). Voor het ontogenetische werk zou dat niet uitmaken, maar de aansluiting naar het post-harvest stevigheidsverval wordt dan moeilijker: hoe moet je niet-destructief verkregen waardes vergelijken met destructief verkregen data. Bovendien vraagt het gebruik van destructieve methodes voor het meten van stevigheidsverval tijdens de bewaarfase veel meer vruchten. Het gebruik van een kleine plunjer voor de bestudering van het stevigheidsverloop in de post-harvest fase is in een vervolg onderzoek gestart.

proef 3 - De verschillen in het verloop van de stevigheid tussen de twee rassen zijn groot. Maar deze rassen hebben een vrijwel identieke stevigheid bij oogst (Figuur 6-9). Deze resultaten zijn goed vergelijkbaar met die van Ahrens et al. (1987). Deze auteurs vonden ook een toename in stevigheidsverschillen tussen rassen die ongeveer dezelfde beginstevigheid hadden. Het flauwe verloop van de curve van ras Liberto (Figuur 6, 8b) is eigenaardig. In het lopende onderzoek doen we proeven om de eigenschappen die de vorm van deze curve bepalen te begrijpen.

Hoewel in het algemeen het tussenschakelen van een val-simulator de houdbaarheid van een partij tomaten kan verkorten met 3-4 dagen (Janse, 1985) blijkt deze behandeling geen effect te hebben op het

stevigheidsverloop bij het zwakke ras (84065 Royal Sluis). Bij handmatige beoordeling zou de daguit van de gevallen vruchten echter veel lager zijn dan die van niet gevallen vruchten, omdat de gevallen vruchten er veel slechter uitzien. De Instron meet echter met zijn ogen dicht. Bij het sterkere ras is er wel een effect van het vallen op de stevigheid en de houdbaarheid.

Uit deze proeven komt naar voren dat stevigheid waarschijnlijk maar 1 aspect is van shelf life. Dit toont aan dat we voorzichtig moeten zijn met het ijken van instrumentale stevigheidsmethodes met behulp van sensorisch bepaalde shelf life waarden: in sensorisch bepaalde grootheden kunnen combinaties van parameters vermengd zitten, terwijl in instrumenteel verkregen waarden een deelaspect van een proces teveel benadrukt kan worden. Bijvoorbeeld: hoe moeten we een met de instron bepaalde gelijkblijvende stevigheid interpreteren als de vruchten er, wellicht door uitdroging, steeds slechter uit gaan zien. De herhaaldelijke compressie van de tomaat met de plunger had in deze proeven geen nadelig effect op de stevigheid: ingedrukte tomaten waren zelfs gemiddeld iets steviger. De verschillende kleurstadia binnen een geoogste partij geven een spreiding in het overschrijden van de 2 mm grens die uiteindelijk tussen de oorspronkelijke kleurgroepen nog een verschil in 4 a 5 dagen. Dit is in overeenkomst met de resultaten van Polderdijk & Damen (1988). De le hobbels in de curves corresponderen met het op hol slaan van de koeling in de bewaarcellen die optrad toen de ketels werden stilgelegd. Opvallend is dat beschadigde vruchten sterker reageren op deze koude-geïnduceerde stevigheidsstoe name. Nota bene: nadat 's morgens bleek dat de cellen aan het koelen waren geslagen tot 4 C zijn de vruchten uit de cellen gehaald om op te warmen aan de lucht temperatuur in het grof lab. Toen de vruchten om 15.00 's middags op kamertemperatuur aanvoelden zijn ze pas gemeten. Het koude-effect strekt zich over twee dagen uit. Voor de tweede hobbel is geen pasklare verklaring. Toen ging trouwens wel de cel weer in werking. Of worden tomaten in het eind echt weer iets steviger? Het zou kunnen dat de vruchten, die in dat stadium rimpelig worden, uitdrogen en daarom niet meer zachter worden. Ook gaan er in de laatste stadia permanente deformaties optreden: de tomaat blijft een vlak stuk houden op de plaats van indrukking.

VERGELIJKING MET MODELONDERZOEK HOUDBAARHEID TOMAAT

Het modelonderzoek aan de houdbaarheid tomaat (Damen & Polderdijk, 1987; Polderdijk & Damen, 1988) heeft geleid tot het opstellen van een model waarmee aan de hand van de stevigheid bij oogst met 80% zekerheid kan worden voorspeld of van een partij tomaten binnen 5 dagen 10% van de vruchten te zacht is geworden. Dit onderzoek is geheel gebaseerd op handmatige stevigheidsmetingen. Er werden vruchten gebruikt die afkomstig waren uit veilingkisten; een monster bestond uit 10 tomaten per kist. De verdeling in aantal vruchten per klasse van beginstevigheid was ongelijk verdeeld.

De argumenten om bij genoemd onderzoek niet naar daguit te kijken maar om 20 of 10 procent te zacht te nemen als criterium voor houdbaarheid lijken wel steekhoudend: zo kun je twee partijen met een gelijke daguit maar met een verschil in standaard deviatie scoren als houdbaar (StDev klein) of niet houdbaar (StDev groot). 10% zacht lijkt een bruikbaar criterium om hele slechte partijen tomaten te karakteriseren, maar voldoet

in het algemeen niet om de verschillen in houdbaarheid tussen partijen te bepalen: daar is daguit meer geschikt voor. Voor het onderzoeken van verbanden tussen teeltmaatregelen en stevigheid is dit model niet opgezet. De door mij onderzochte rassen zijn bij oogst ongeveer even stevig en laten na 5 dagen nog geen verschil in stevigheid zien; de verschillen ontstaan pas later. Deze resultaten zijn weliswaar niet in tegenspraak met het genoemde model, maar laten toch zien dat partijen met een identieke stevigheid bij oogst een verschillend stevigheidsverval tijdens bewaring kunnen vertonen.

SAMENVATTING

De nu opgestelde Instron testmethodes werken. Met betrekking tot de plungerkeuze, de testcondities en de gekozen parameters zijn er uiteraard veel meer combinaties mogelijk (Holt, 1970; Fridley, 1976; Kader et al., 1978), maar de huidige opstelling meet op een betrouwbare wijze tot op de honderdste millimeter nauwkeurig de compressie van een tomaat met een vlakke plaat bij 3.0 N. Herhaalde compressie tot 15 x heeft geen dramatische effecten op het stevigheids-verloop; bij langere meetperioden of vaker indrukken kan soms een kleine vervorming van de tomaat optreden. Vervolg proeven om mogelijke artefacten van de huidige resultaten te leren kennen zijn ingezet. 2 a 3 keer per week meten is genoeg om het stevigheidsverval te kunnen volgen. Het doormeten van 1 tray van 20 vruchten kost 25-30 minuten per week. Stevigheid bij oogst is geen goede voorspeller van houdbaarheid bij de twee rassen die nu bekeken zijn. Gebruik van de val-simulator induceert beschadiging van de vruchten. Bij het zwakke ras had dit geen effect op het stevigheidsverval, maar bij het sterkere ras trad een versnelling van het stevigheidsverval op.

DANKBETUIGING

Charles Felix en Ivo Claessens van de firma Instron waren zeer behulpzaam bij het operationeel maken van de druk-trekbank en bij het opsporen van de software bugs. Cees Immerzeel draaide vakkundig de plunjers. Pol Tijskens was zo vriendelijk de principes van de meetnauwkeurigheid uit te leggen.

LITERATUUR

Ahrens, M.J., D.J. Huber & J.W. Scott - Firmness and mealiness of selected Florida-grown tomato cultivars. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 39-41 (1987).

Bourne, M.C. - Deformation testing of foods. 1. A precise technique for performing the deformation test. J. Food Sci. 32: 601-605 (1967).

Damen, P.M.M. & J.J. Polderdijk - Kwaliteitskenmerken en houdbaarheid van tomaat. Intern Rapport Sprenger Instituut no. 2332 (1987).

Holt, C.B. - Measurement of tomato firmness with a universal testing machine. J. Text. Studies 1: 491-501 (1970)

Janse, J. - Handling of tomatoes and cucumbers. In: T.R. Gormley et al. (Eds) Quality improvement by crop production, pp. 22-26. Commission of European Community, Brussels 1985.

Fridley, R.B. - Texture, firmness, and strength. pp. 35-40. In: Proc. 2nd Tomato Quality Workshop, July 12-14, 1976. Univ. of Calif., Davis (1976).

Kader, A.A., L.L. Morris & P. Chen - Evaluation of two objective methods and a subjective rating scale for measuring tomato fruit firmness. J. Amer. Hort. Sci. 103: 70-73 (1978).

Kemp, H., L.M.M. Tijskens & J.J. Polderdijk - Meetmethoden mechanische eigenschappen tomaten. Intern Rapport Sprenger Instituut no.796 (1988).

Polderdijk, J.J. & P.M.M. Damen - Kwaliteitskenmerken en houdbaarheid van tomaat 1987. Intern rapport Sprenger Instituut no. 2348 (1988).

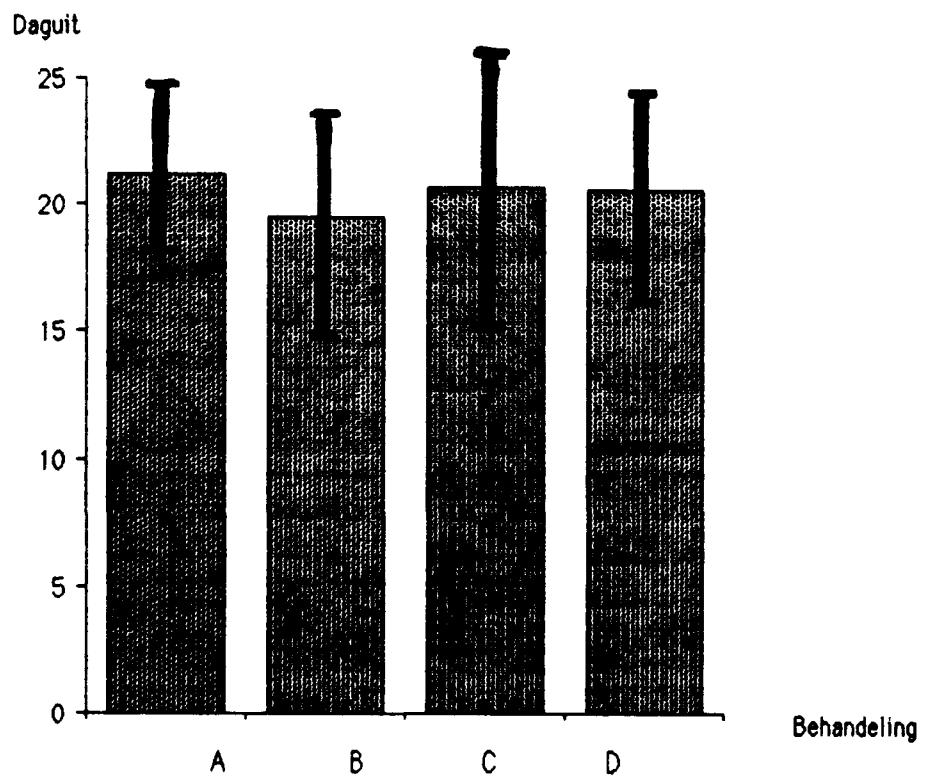
Struijlaart, P.F. & L.M.M. Tijskens - Polygalacturonase-activiteit, ethyleenproductie en kleur in relatie tot de stevigheid van tomaten. Intern rapport Sprenger Instituut no. 767 (1987).

Szczeniak, A.S. - Correlations between objective and sensory texture measurements. Food Technology 22: 981-986 (1969).

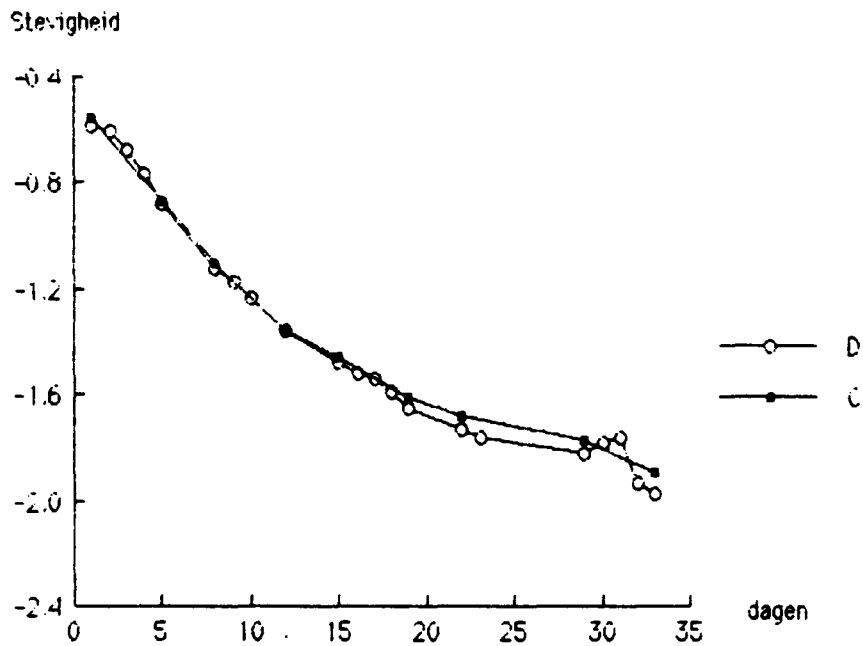
Westerling, F.J. - De afname van de produktstevigheid in relatie tot de bewaarduur bij 18 C van een partij van 180 tomaten. Intern Rapport Sprenger Instituut no. 816 (1988).

Bijlage 1. INSTRON TEST SPECIFICATIES

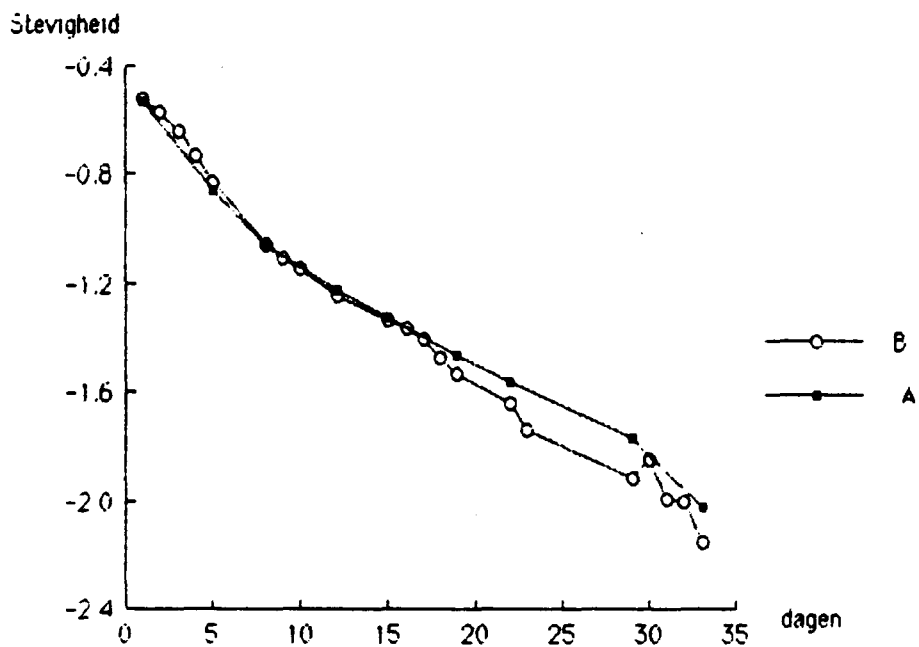
gauge length	60 mm
plunger	vlakke plaat, diameter 50 mm.
crosshead speed	10 mm/minuut
load cell	100 N
Meetfrequentie	20 punten/seconde
data reduction	geen
test parameters	druk in tot 3.5 N en ga terug naar beginstand
	vruchtdikte
	compressie in mm bij 3.0 N
	% deformatie (strain)
compressie	nauwkeurigheid < 0.01 mm (1200 pts/min = 120 pts/mm = 1 pt/0.008 mm)
raaklijngrenzen	0.001 < x < 0.1 N. Deze instelling zorgt er voor dat de hardste tomaten 5 en de zachtste tomaten 40 punten per raaklijn hebben.
vruchtdikte	bij de hardste tomaten is de onderschatting < 0.01 mm; voor de zachtste tomaten is dit < 0.05 mm.
calibreren	een afwijking van de nulstand op het load display groter dan 0.030 N geeft een afwijking in deformatie van > 1%. Als regel wordt er gecalibreerd als het verloop van de nulstand plus of min 0.015 N overschrijdt. Deze grens correspondeert met 0.5% van een maximum van 2.2 mm (de indrukbaarheid van een heel zachte tomaat), oftewel met een onnauwkeurigheid van maximaal 0.01 mm. Voor harde tomaten is de onnauwkeurigheid in deformatie dan < 0.005 mm.



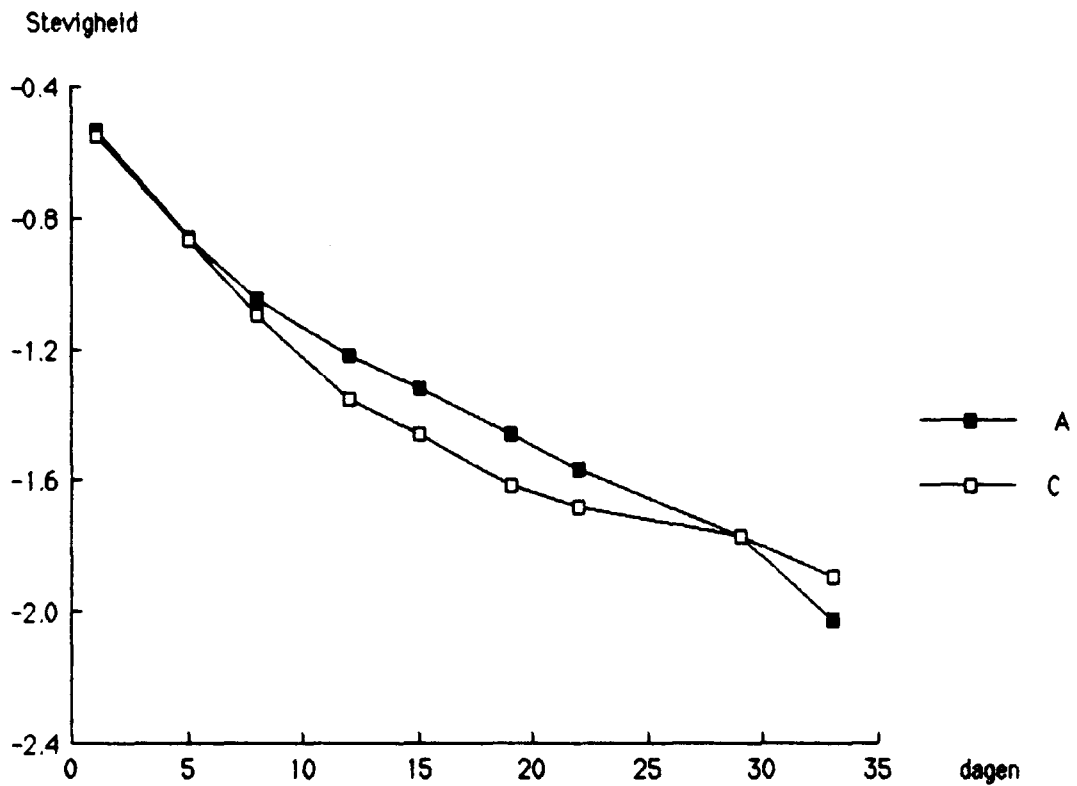
Figuur 1. Effect van 4 compressie-behandelingen op de daguit.



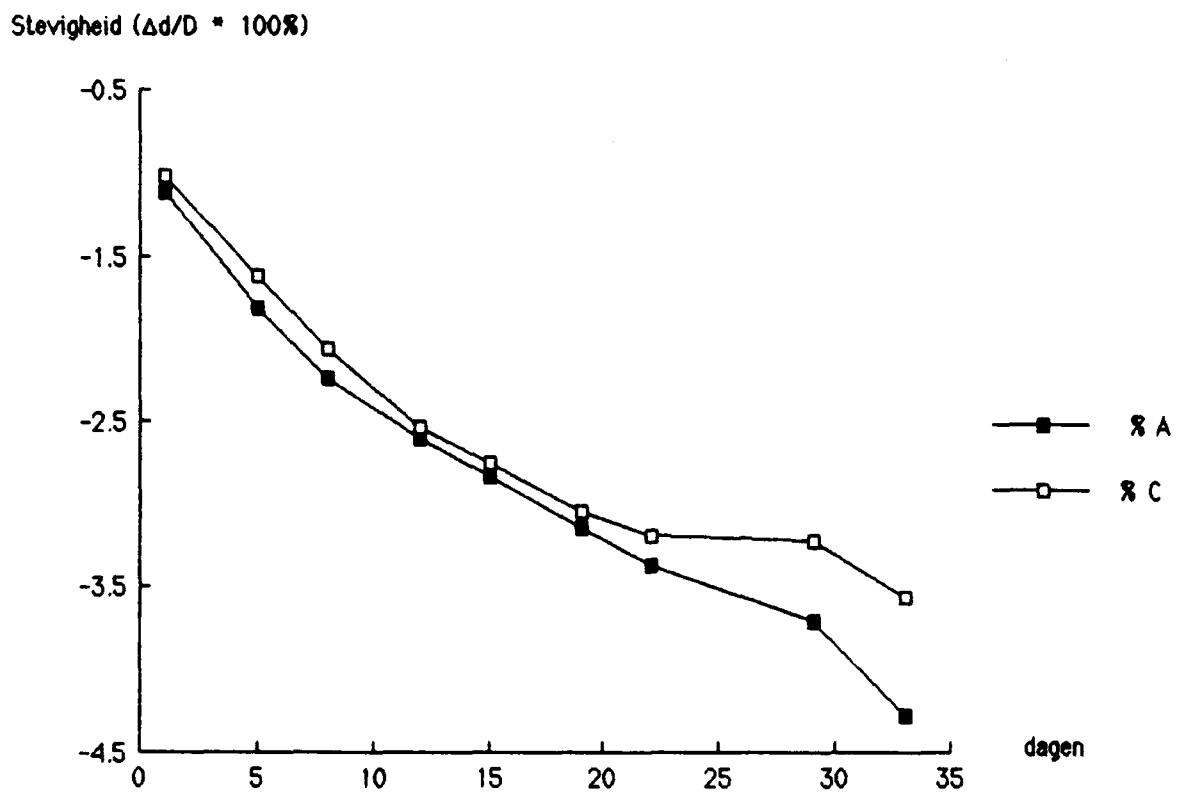
Figuur 2 Invloed van het aantal metingen op het stevigheids verval (kas 306);
C = 2x per week. D = 5x per week.



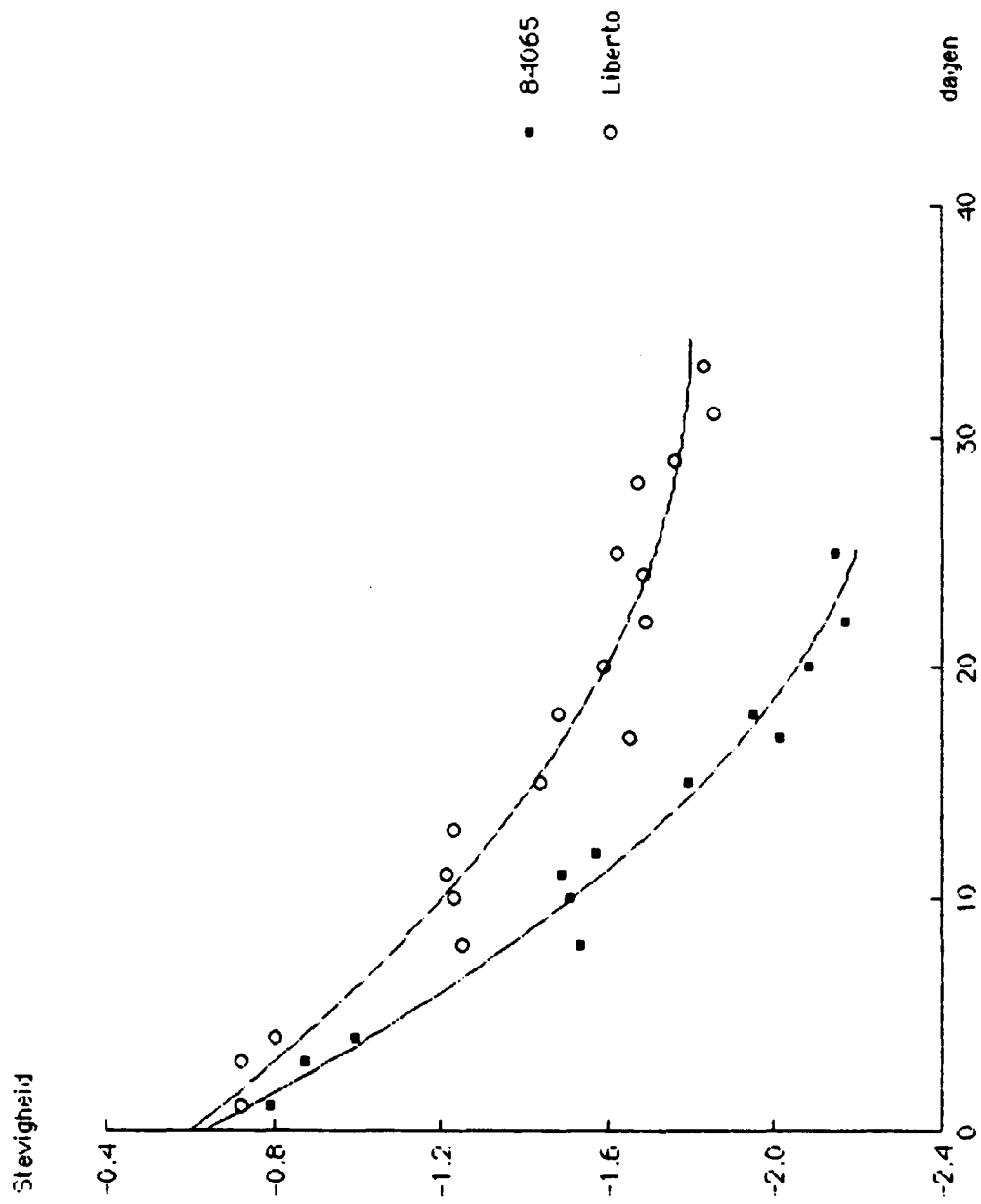
Figuur 3 Invloed van het aantal metingen op het stevigheidsverval (kas 402);
A = 2x per week, B = 5x per week.



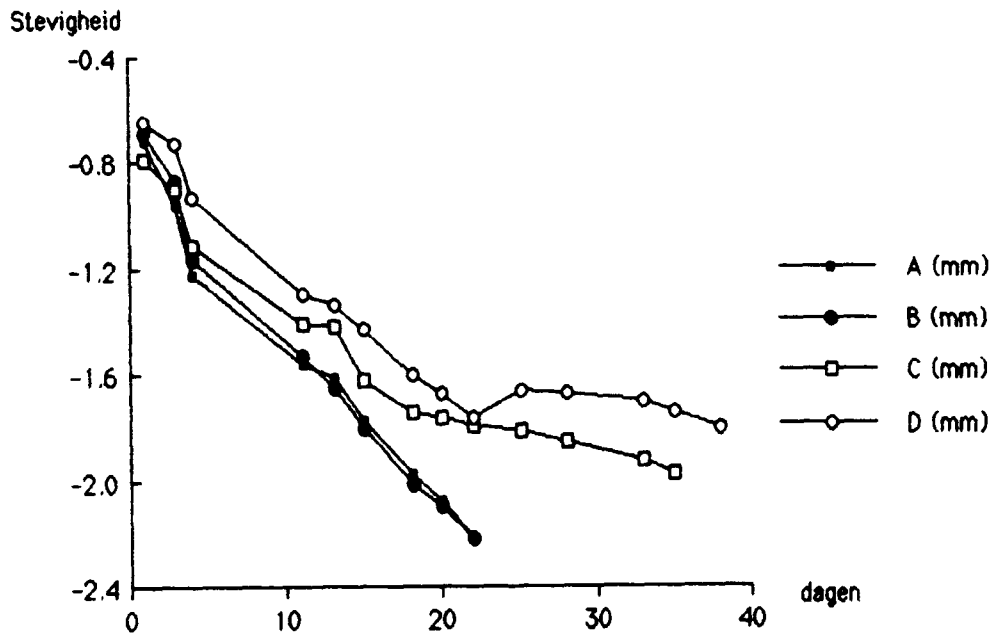
Figuur 4. Het stevigheidsverval van de twee herkomsten; A = kas 402, C = kas 306.



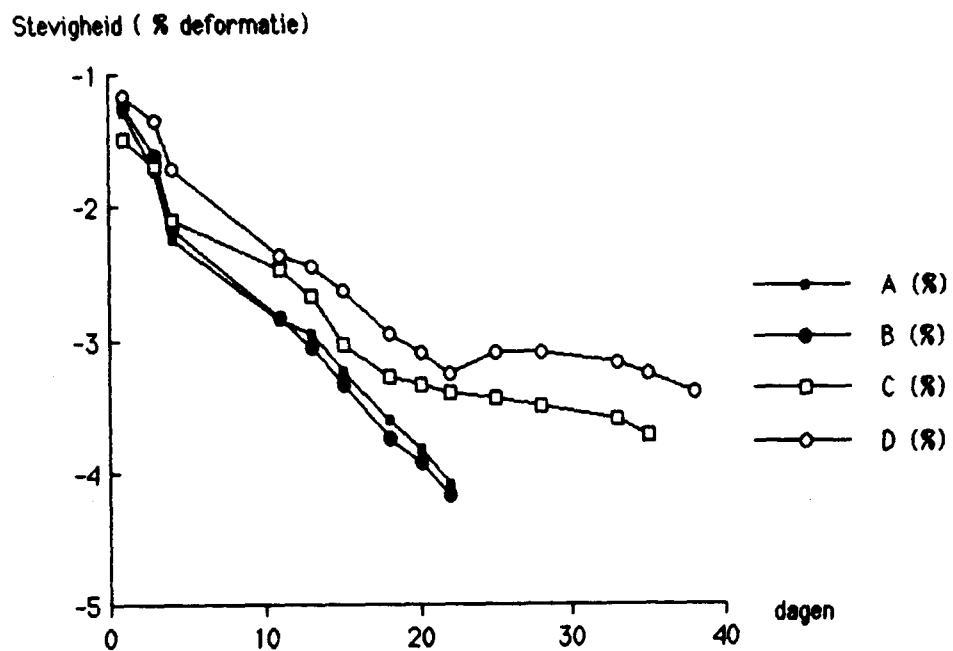
Figuur 5. Het stevigheidsverval, uitgedrukt als percentage compressie, van de twee herkomsten. A = kas 402; B = kas 306.



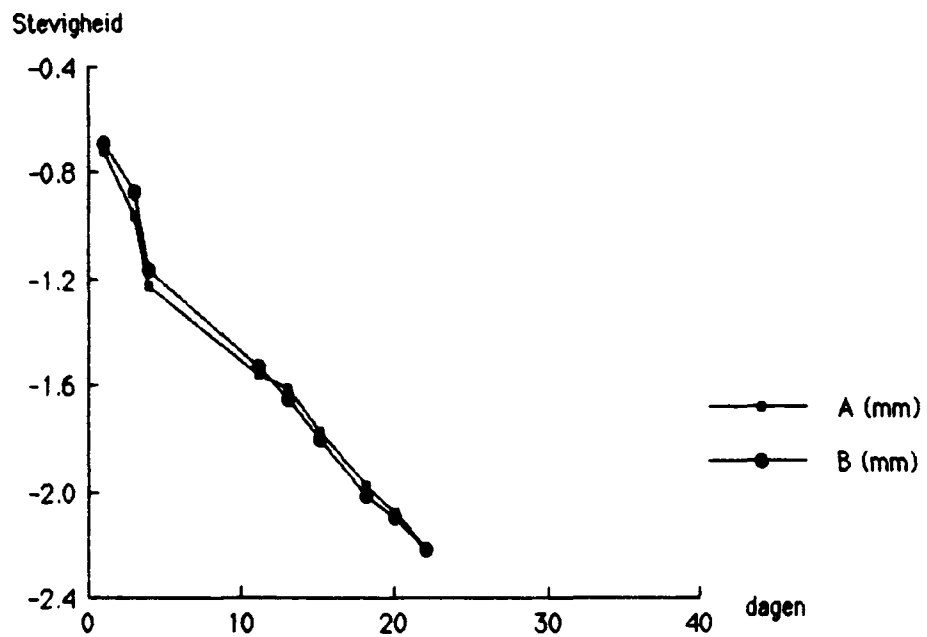
Figuur 6. Regressielijn stevigheidsverval Ras 84065 en Liberto (5 oogsten)



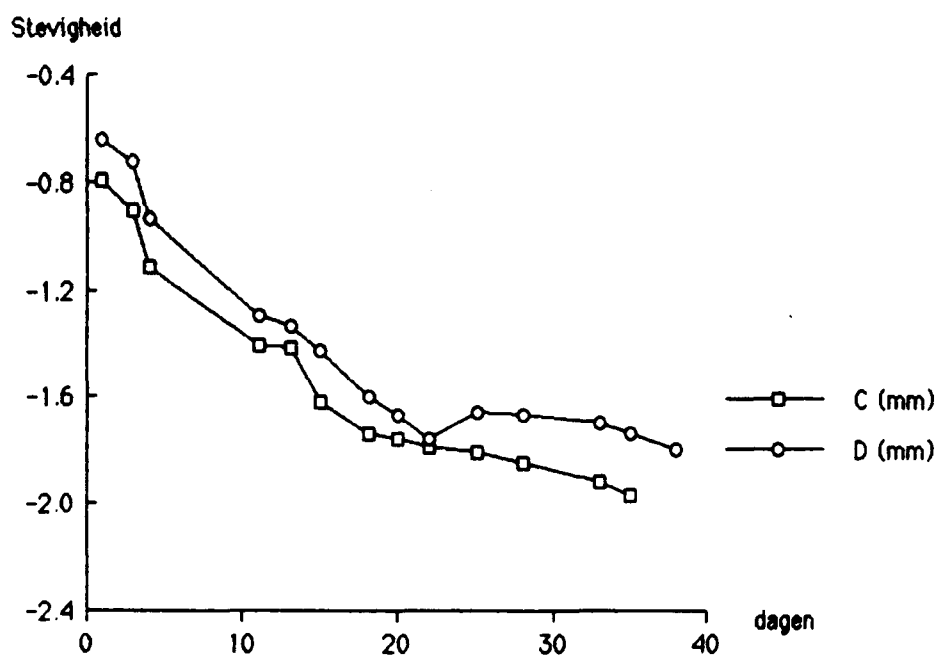
Figuur 7a. Het stevigheidsverval van de twee rassen en de invloed van het vallen. A, C: met val-simulatie; A + B = 84065, C + D = Liberto.



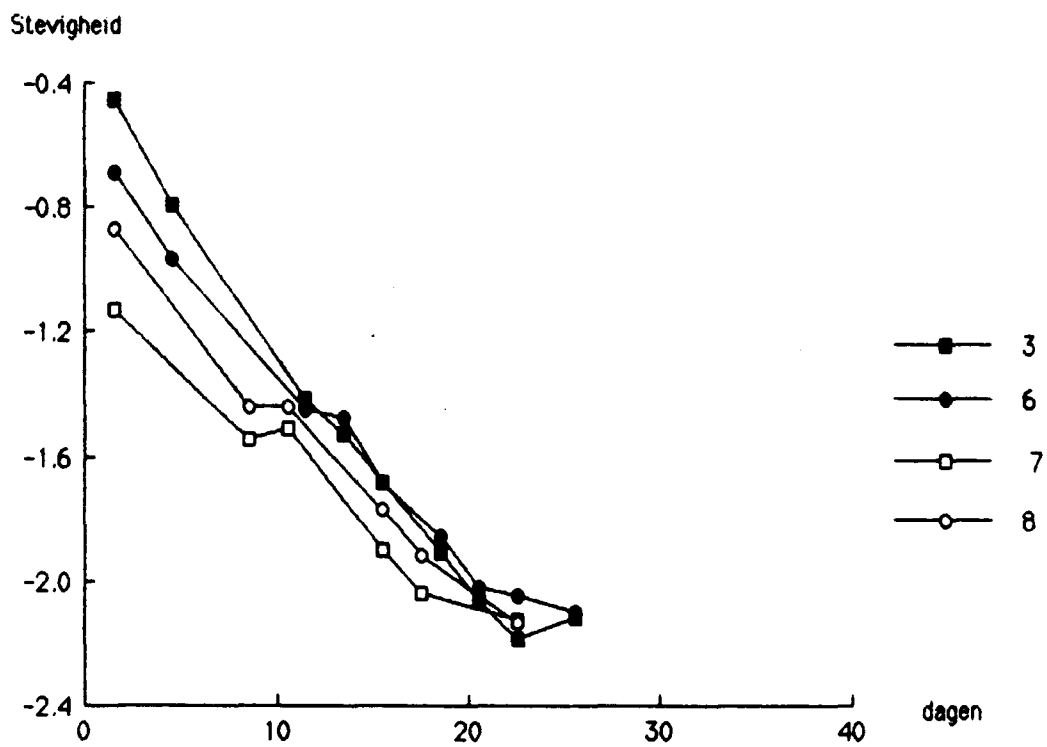
Figuur 7b. Het stevigheidsverval als in 7a, maar dan uitgedrukt als % deformatie.



Figuur 8a. Het stevigheidsverval van Ras 84065 Royal Sluis; met (A) en zonder (B) val-simulatie.



Figuur 8b. Het stevigheidsverval van Ras Liberto; met (C) en zonder (D) val-simulatie.



Figuur 9. Het stevigheidsverval van Ras 84065 Royal Sluis naar kleurstadlum bij oogst.

