

tomato, quality, keeping quality
prediction, model

P 449

513

HOUDBAARHEIDS-VOORSPELLEND MODEL TOMAAT

Onderzoek naar de relatie tussen de
houdbaarheid van partijen tomaten en
de stevigheid bij aanvoer op de veiling

In opdracht van het Centraal Bureau van de
Tuinbouwveilingen in Nederland

Jan Robbers
Henry van der Valk
Monic Tomassen
Anneke Polderdijk
Clare Wilkinson

ato-dlo



2251655

HOUDBAARHEIDSVOORSPELLEND MODEL TOMAAT

**Onderzoek naar de relatie tussen de houdbaarheid van partijen
tomaten en de stevigheid bij aanvoer op de veiling,**

in opdracht van
het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland,

uitgevoerd door het ATO-DLO door

Jan Robbers
Henry van der Valk
Monic Tomassen
Anneke Polderdijk
Clare Wilkinson

gedurende de seizoenen 1991 en 1992.

Rapport 346 / April 1993.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inleiding	3
Materiaal en methoden	4
Meteorologische gegevens	4
Bemonstering tomaten	4
Holl-tomatometer	5
Beginstevigheid	6
Houdbaarheid	6
Statistische verwerking	7
Resultaten	8
Holl-tomatometer	8
Effecten temperatuur van de tomaat op de beginstevigheid	9
Effecten houdbaarheidscontrole-handelingen op de houdbaarheid	9
Instrumenteel gemeten eindstevigheid	10
Model voor de relatie instrumenteel gemeten beginstevigheid en sensorisch bepaalde houdbaarheid in 1991	10
Correlatie weersgegevens en houdbaarheid	11
Long-life tomaten in 1991	12
Validatie model 1989/1990	13
Model voor de relatie instrumenteel gemeten beginstevigheid en sensorisch bepaalde houdbaarheid in 1992	14
Discussie en conclusies	16
Literatuur	19
Bijlagen	20

Samenvatting

Het doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een houdbaarheidsvoorspellend model voor tomaten, gebaseerd op de beginstevigheid bij aanvoer op de veiling.

Er is een lineair regressie-model opgesteld met stevigheid- en houdbaarheidsgegevens van het seizoen 1991 en ter validatie die van 1992. Het model voor 1991 beschrijft een verband tussen de beginstevigheid en de houdbaarheid volgens de fomule:

$$\text{Houdbaarheid} = -13,3 \times \text{indrukking} + \text{intercept-B.}$$

Het percentage verklaarde variantie bedraagt 58. Het intercept vertoont een stijgende waarde vanaf begin maart tot begin mei, waar de maximale waarden bereikt worden. Vanaf mei neemt de waarde van het intercept gedurende de rest van het seizoen af.

Het model dat de houdbaarheid van tomaten in 1992 het best beschrijft heeft de fomule:

$$\text{Houdbaarheid} = -17,6 \times \text{indrukking} + \text{intercept-B.}$$

De houdbaarheidsformules voor de twee verschillende seizoenen zijn op dezelfde wijze gestructureerd als de fomule voor 1989/1990. De hellingen van de regressie-lijnen zijn vergelijkbaar. De waarden van het intercept-B van 1992 loopt gedurende het seizoen minder af dan in 1991 en de absolute waarden van 1991 en 1992 zijn hoger dan in 1990.

Het verloop van de waarden van het intercept-B en de pieken en dalen daarin zijn gedeeltelijk verklaard met de weersgegevens. Perioden met hoge temperaturen vlak voor de oogst en drie weken voor de oogst correleren met lager intercept. De instraling draagt relatief gering bij.

Het beste model dat de weersgegevens gebruikt om de houdbaarheid te schatten levert een betrouwbaarheid op van plus of min 6 dagen. Dit is voor de praktijk niet voldoende.

De Holl-tomatometer is een geschikt apparaat om de stevigheid van tomaten te meten. Als maat voor de stevigheid wordt de indrukking voldoende nauwkeurig en reproduceerbaar gemeten. De verbeterde tweede versie is goed bestand tegen trillingen en kan worden aangepast om zelfstandig 15 tomaten binnen enkele minuten te meten.

De temperatuur van tomaten heeft geen invloed op de gemeten indrukking. Het meten van de stevigheid onder veiling-condities kan dus met de Holl-tomatometer het hele seizoen in de veilinghal plaatvinden.

Stevigheidsmetingen met de Holl-tomatometer zijn goed mogelijk om een partij op grond van haar gemiddelde stevigheid objectief te beoordelen en te diskwalificeren als ze niet aan een minimaal vereiste stevigheid voldoet.

Inleiding

Onderzoek op het ATO-DLO (ATO-DLO rapport 133, 1990) heeft geresulteerd in een lineair regressie-model dat de relatie tussen instrumenteel gemeten stevigheid van tomaten op het moment van aanvoer op de veiling en de houdbaarheid van de vruchten beschrijft onder standaard condities: $\text{Houdbaarheid} = A \times \text{indrukking} + B$. Het bleek dat de gemiddelde beginstevigheid van een partij tomaten een goede schatter is voor de te verwachten relatieve houdbaarheid. Echter, de absolute waarde van de houdbaarheid varieerde tijdens het seizoen. Deze variatie is in het model opgenomen door middel van een seizoensafhankelijke variabele (intercept-B). Deze seizoensgebonden variabele had een relatief lage waarde in de zomer van 1990 en een hogere waarde in het voorjaar en het voorafgaande najaar van 1989. Als de waarden van deze variabele elk seizoen hetzelfde verloop zouden vertonen zou de relatie van de houdbaarheid met de beginstevigheid gebruikt kunnen worden om modellen te bouwen die een uitspraak zouden kunnen doen over de te verwachten houdbaarheid op grond van de gemeten beginstevigheid. Met andere woorden; de houdbaarheid van partijen tomaten zou het hele seizoen kunnen worden voorspeld door de beginstevigheid te meten en in te vullen in de houdbaarheidsformule.

Behalve het grove verloop van de waarden van de seizoensgebonden variabele vertoonden de waarden incidentele pieken en dalen gedurende het seizoen. Deze zijn voor een nauwkeurig voorspellend model ongewenst, of ze zouden ingebouwd moeten kunnen worden in een houdbaarheidsvoorspellend model als ze van belang zijn voor de te voorspellen houdbaarheid. Het is mogelijk dat het grove verloop van de waarden van het intercept-B een seizoensgebonden fenomeen is (b.v. daglengte of leeftijd van de plant), terwijl de pieken en dalen van de waarden van het intercept-B veroorzaakt worden door variaties in de groeiomstandigheden van de tomaten (warme of donkere, koele periodes). De groeiomstandigheden kunnen weliswaar per teler verschillen, maar worden in grote mate bepaald door de weersomstandigheden. Daarom is het belangrijk te onderzoeken of de weersgegevens kunnen bijdragen aan het beschrijven van de variaties van de waarden van het intercept-B en daarmee de voorspellende kracht van een houdbaarheidsmodel kunnen verhogen.

In dit rapport wordt het onderzoek beschreven dat in 1991 en 1992 is verricht om het voorgestelde houdbaarheidsmodel van 1990 te toetsen en de voorspellende waarde van het houdbaarheidsmodel te verbeteren door correlaties te bestuderen tussen de houdbaarheid en de meteorologische gegevens van perioden tijdens de groei van de tomaten. Daarnaast is een aangepaste versie van de in het vorige onderzoek gebruikte stevigheidsmeter (Holl-tomatometer) getest, die geschikt gemaakt zal moeten worden voor gebruik op de veiling.

Het onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland. De enthousiaste hulp van de medewerkers van Veiling Westland in Poeldijk is bijzonder gewaardeerd.

Materiaal en Methoden

Meteorologische gegevens

De maximum, minimum en gemiddelde dagtemperaturen en de instraling zijn geregistreerd op het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas (PTG) in Naaldwijk, die ze voor het onderzoek beschikbaar heeft gesteld. De gegevens zijn via elektronische post overgezonden op het computerbestand van het ATO-DLO, waar ze zijn ingevoerd in GENSTAT, het gebruikte programma om de gegevens statistisch te verwerken. De meetgegevens van het Proefstation worden representatief verondersteld voor de regio waar de tomaten, die op de Groenteveiling Westland in Poeldijk werden aangevoerd, zijn geteeld.

De relevante meteorologische gegevens zijn vermeld in bijlage I.

Bemonstering tomaten

Er is tweemaal per week bemonsterd op de Groenteveiling Westland te Poeldijk.

90-95% van de telers, die op de veiling aanvoeren, levert tomaten van de vroege teelt, hetgeen inhoudt dat zij van dezelfde planten leveren vanaf maart tot oktober/november. Slechts enkele telers telen hun tomaten onder hete lucht en leveren vanaf eind april tot oktober. Over het algemeen zouden deze tomaten relatief slecht houdbaar zijn. Een enkele teler teelt volgens de koude teelt en voert aan vanaf eind juni. In september stopt de aanvoer van deze telers. Deze tomaten zijn relatief slecht houdbaar. Er is aselekt bemonsterd wat de telers betreft, zodat incidenteel tomaten van niet vroege-stoek telers in het onderzoek kunnen zijn meegenomen. Dit is bewust niet vermeden om representatieve herkomsten te verkrijgen van de partijen zoals ze op de veiling worden aangevoerd. De aanvoer op de veiling bestond voor 80% uit Calypso. Andere cultivars werden niet bewust gemedend, zodat ervan uit wordt gegaan dat ook de monsters voor 80% uit Calypso bestonden. De aangevoerde tomaten werden voor 96% op substraat geteeld.

Tomaten van het "Long-life type" zijn voor zover mogelijk niet in de bemonstering meegenomen. Wel zijn regelmatig Long-life tomaten apart bemonsterd (3 monsters van 15 tomaten) en is de houdbaarheid hiervan bepaald om de mogelijke invloed van de aanwezigheid van deze tomaten in de bemonstering op het te ontwikkelen houdbaarheidsmodel na te kunnen gaan. Long-life tomaten konden worden bemonsterd van begin april tot eind juli.

Er is steeds van de middagaanvoer bemonsterd, waarbij ervan uit werd gegaan dat de vruchten 's morgens geplukt waren en niet onder voor ons onbekende omstandigheden en duur zijn bewaard.

De tomaten zijn op de veiling ingedeeld in kleurblokken ("licht, midden en rood"), naar grootte en naar kwaliteitskenmerken. De monsters zijn genomen uit de 3 kleurblokken van kwaliteitsklasse "SUPER" en grootte "A" (47-57mm). Er zijn steeds 5 monsters genomen uit elk kleurblok om een zo groot mogelijke verscheidenheid in beginstevigheid te verkrijgen. De kleurindeling licht, midden en rood is immers een grove indicatie voor variatie in beginstevigheid. Binnen de kleurblokken is vervolgens gezocht naar verschil in stevigheid van de aangevoerde monsters. Met andere woorden, er is gezocht naar "harde" en "zachte" lichte, midden en rode monsters. Als een monster was gekozen zijn de tomaten willekeurig uit het kistje genomen.

Hoewel uit vorig onderzoek gebleken is dat het al of niet aanwezig zijn van het kroontje geen effect heeft op de houdbaarheid is wel steeds geprobeerd tomaten te bemonsteren die in het bezit waren van een kroontje. Dit is immers een esthetisch kwaliteitskenmerk. Tomaten met uitwendige beschadigingen (deukjes, open scheurtjes) zijn niet meegenomen.

Per bemonsteringsdatum zijn dus 15 monsters van de aanvoer op dat moment genomen. Per kleurstadium waren deze monsters altijd afkomstig van 5 verschillende telers. De 15 monsters waren dus in principe afkomstig van 15 verschillende telers. Laat in het seizoen als de aanvoer verminderde zijn noodgedwongen monsters uit verschillende kleurblokken van dezelfde teler betrokken.

Elk monster bestond uit 15 tomaten plus 2 extra tomaten om de volgende dag in het laboratorium, bij de stevigheidsmeting, tomaten met alsnog geconstateerde uitwendige beschadigingen te kunnen vervangen. Dit is in de praktijk slechts een enkele keer nodig gebleken.

De bemonstering is gestart op 6 maart 1991 en de laatste bemonstering vond plaats op 2 december. Bemonstering uit het lichte blok was pas mogelijk vanaf 8 mei, eerder mochten lichte tomaten niet op de veiling worden aangevoerd.

De bemonsterde tomaten werden in veilingkistjes, waarin voorgevormde inlays waren geplaatst, gelegd. De vruchten lagen los van elkaar. De kistjes werden tijdens het transport naar het ATO-DLO afgedekt met een reflecterende mat van aluminiumfolie om opwarming door invallend zonlicht te voorkomen. Na het transport (1½ uur) zijn de tomaten direct in een koelcel van 13°C geplaatst. De volgende morgen is de stevigheid van de tomaten na 2 uur acclimatiseren gemeten bij kamertemperatuur.

Er is in 1991 op 78 dagen (maandag- en donderdagmiddag) bemonsterd en er zijn 15075 tomaten tijdens het onderzoek gemeten.

In 1992 is om de 14 dagen 10 maal bemonsterd, waarbij 1875 tomaten zijn gebruikt. De eerste bemonstering vond plaats op 7 april; de laatste op 16 november.

Holl-tomatometer

De Holl-tomatometer is een stevigheidsmeter die een plunjer met een konstante snelheid (20 mm per minuut) op de tomaat drukt tot een opgegeven tegendruk (3 N) wordt bereikt. De indrukking van de tomaat wordt met een nauwkeurigheid 0,01 mm geregistreerd. De indrukking is een maat voor de stevigheid. Bij de eerste versie van de Holltomatometer wordt het raken van de tomaat door de plunjer geregistreerd door een gevoelige weegschaal waarop de tomaat is geplaatst. De tomatometer registreert tevens het gewicht en de diameter.

Een tweede, verbeterde versie van de Holl-tomatometer heeft een lichtcel die de reflectie op het oppervlak van de tomaat meet. Hiermee wordt de afstand van de plunjer tot de tomaat bepaald. Vervolgens wordt de plunjer met grote snelheid tot de tomaat gebracht en wordt de indrukking vervolgens met een opgegeven konstante snelheid gemeten. Dit leidt tot een snellere en minder storingsgevoelige meting. De meter is bovendien robuuster uitgevoerd om trillingen zoals in de praktijk op de veiling zullen voorkomen te kunnen weerstaan.

Beide versies zijn voor het onderzoek gebruikt en allereerst met elkaar vergeleken. Hiertoe is een stip gezet op de tomaten op de plaats waar de stevigheid wordt gemeten en is op deze plaats met beide tomatometers de indrukking gemeten. Het is bekend dat 3 herhaalde metingen op dezelfde plaats, met de geringe kracht van 3 N, geen invloed heeft op de stevigheid van de vruchten.

De snelheid van de tweede versie tomatometer is getest door harde en zachte tomaten 15 maal te meten met toenemende meetsnelheid.

Als praktijkproef zijn 10 veilingmonsters van 15 tomaten met beide tomatometers gemeten.

De tweede versie dient als uitgangspunt voor de ontwikkeling van een tomaten-stevigheidsmeter voor gebruik op de veilingen.

Beginstevigheid

Na 2 uur acclimatiseren tot kamertemperatuur werd de stevigheid van de tomaten met de Holl-tomatometer (beide versies) gemeten. In 1991 is vooral de eerste versie gebruikt; in 1992 versie twee. Als maat voor de stevigheid wordt de indrukking (in 0,01mm) geregistreerd die de plunjer teweegbrengt als een kracht van 3N op de tomaat wordt uitgeoefend. De indrukking wordt gemeten tussen de tussenschotten, die uitwendig goed zijn waar te nemen aan de "neus" van de tomaat. Willekeurig meten van de indrukking leidt tot een grotere spreiding, daar op de tussenschotten een geringere indrukking wordt gemeten dan ertussen. De indrukking werd per tomaat eenmaal gemeten. De indrukking wordt geregistreerd als absolute indrukking in 0,01 mm en als % indrukking t.o.v. de diameter van de vrucht ("strain").

Na de stevigheidsmeting werden de tomaten weggezet in een geklimatiseerde ruimte met een konstante temperatuur van 18°C en een relatieve luchtvochtigheid van 80%.

Het zou kunnen dat de temperatuur van de tomaten invloed heeft op de indrukking die gemeten wordt om de stevigheid te bepalen. Als dit het geval is kunnen temperatuurverschillen de stevigheidsmetingen verstoren. De temperatuur in het veilinggebouw kan gedurende het seizoen immers sterk variëren en tomaten worden met per teler verschillende temperatuur aangevoerd (voorgekoelde tomaten, wijze en duur van het transport van de teler naar het veilinggebouw).

Om het effect van de temperatuur van de tomaten op de beginstevigheid te meten zijn tomaten van de 3 blokken licht, midden en rood overnacht weggezet bij 13°C. Vervolgens is de stevigheid driemaal gemeten op een met een viltstift gemerkte plek op de tomaat. Van elke kleur zijn 5 tomaten gemeten. De gemiddelde indrukking van de 3 metingen aan elke tomaat bij 13°C werd 100% genoemd. Vervolgens zijn de tomaten gedurende 3 uur bij 18°C gezet. De temperatuur van de vruchten werd gemeten in controle-tomaten. Nadat de temperatuur van de controle-tomaten was gestegen tot 18°C werd de stevigheid van de tomaten opnieuw driemaal gemeten op dezelfde gemerkte plek. De gemiddelde indrukking van de 3 metingen per tomaat werd uitgedrukt als % van de indrukking bij de 13°C-tomaten. Het % gaat dus oplopen indien er verzachting optreedt. De percentages van de 5 tomaten per kleur zijn vervolgens gemiddeld.

De tomaten zijn daarna op dezelfde wijze gemeten bij 23 en 30°C. Als controle voor maximale verzachting tijdens de experimentele periode van 9 uur zijn tomaten na de 13°C bewaring direct overgebracht naar de 30°C-cel. De vruchten zullen hierin gedurende de 9 uur maximaal rijpen en de indrukking die gemeten wordt geeft dus informatie over de verzachting als gevolg van de rijping en als gevolg van een eventueel temperatuur-effect. De kleur van de tomaten werd visueel bepaald met behulp van de kleur-stadia waaiër van het CBT met een schaalindeling van 1-12.

Houdbaarheid

Houdbaarheid van de tomaten is gedefiniëerd als de periode waarin de tomaten onder standaardcondities een acceptabele stevigheid bezitten. Het begin van de houdbaarheid is de dag van aanvoer op de veiling. Het eindpunt van de houdbaarheid is de dag waarop de tomaat door een getraind panel te zacht wordt bevonden. Dit moment wordt bepaald door de tomaten dagelijks voorzichtig met de vingertoppen af te tasten. De tomaat wordt daarbij rond gedraaid en over het hele equatoriale vlak bevoeld (zachtjes geknepen). De leden van het panel zijn gesynchroniseerd in het moment van het te zacht vinden. Het verschil in houdbaarheidswaardering tussen de panelleden is maximaal 1 dag.

Andere kwaliteitsparameters zijn wel gesignaleerd maar niet als houdbaarheidsbepalende

parameters gebruikt. Goudspikkels en incidenteel krimpscheurtje kwamen voor, maar de houdbaarheid is slechts dan beëindigd beschouwd als de stevigheid onacceptabel was.

Op de scoringsformulieren werd de dag vermeld, waarop de vruchten te zacht waren bevonden. Bijzonderheden als goudspikkels, scheurtjes, zachte plekken, en onregelmatige vormen zijn tevens genoteerd.

Het is mogelijk dat het dagelijks controleren van de tomaten een negatief effect heeft op de stevigheid. Daarom is de stevigheid van dagelijks "geknepen" tomaten vergeleken met de stevigheid van niet-geknepen tomaten. Hiertoe zijn meetpunten op 2 maal 15 tomaten aangegeven met een viltstift en is de beginstevigheid op die plaats gemeten. Vervolgens is na al of niet knijpen gedurende 8 dagen opnieuw op dezelfde plaats de stevigheid gemeten. De gemiddelde eindstevigheid van de 15 tomaten is uitgedrukt als % van de beginstevigheid.

De eindstevigheid van de tomaten, waarvan de houdbaarheid was verstreken, is ook enige malen met de tomatometer bepaald. Op drie data zijn tomaten die te zacht waren bevonden verzameld en gemeten.

Statistische verwerking

Op elke monsterdatum is de gemiddelde beginstevigheid (indrukking) en houdbaarheid van de 10 tot 15 monsters berekend. Met deze gegevens is een multipel-lineair regressie model berekend, met houdbaarheid als de te verklaren variabele en de indrukking en de dagnummers als de verklarende variabelen. Het model wordt beschreven met een formule, die bestaat uit een identieke helling voor alle monsterdata en een variërend intercept (zie Polderdijk en Tijskens 1990 en Polderdijk en anderen 1993).

Als mogelijk verklarende variabelen voor de variatie van het intercept zijn de gemiddelde temperatuur en straling in blokken van enkele dagen voor de veiling-aanvoer getoetst.

Resultaten

Holl-tomatometer

Vergelijking gemeten indrukking door eerste en tweede versie.

Tomaten met verschillende stevigheid zijn door beide versies op dezelfde gemerkte plaats gemeten. De indrukking van 20 individuele tomaten, gemeten met de Holl-1 of met de Holl-2, verschilde niet significant. De gemiddelde indrukking van een partij van 20 tomaten was 1,18 mm gemeten met de Holl-1 en 1,16 mm met de Holl-2. De meetgegevens staan in bijlage II.

Een harde (kleurstadium 5) en een zachte (kleurstadium 8) tomaat is 15 maal met de eerste (Holl-1) en 15 maal met de tweede (Holl-2) versie van de tomatometer gemeten. De gemiddelde indrukking van de harde tomaat was 0,60 mm (SD=0,02) en 0,59 mm (SD=0,07), gemeten met respectievelijk de Holl-1 en Holl-2. De zachte tomaat had een indrukking van 1,27 mm (SD=0,05) en 1,24 mm (0,17), gemeten met de Holl-1 en Holl-2. De verschillen zijn niet significant (meetgegevens in bijlage III.).

Vergelijking snelheid eerste en tweede versie.

De zachte tomaat werd 15 maal met de Holl-1 gemeten in 7 minuten en 43 seconden en met de Holl-2 in 5 minuten en 40 seconden. De harde tomaat is gemeten met de Holl-1 in 7 minuten en 10 seconden. Met de Holl-2 gebeurde dit in 5 minuten en 37 seconden. Door het opvoeren van de snelheid van de plunjer tijdens het indrukken van de tomaat kon de meetsnelheid verder verhoogd worden naar 5 minuten en 11 seconden bij 30 mm per minuut en tot 4 minuten en 56 seconden bij 40 mm per minuut. De gemiddelde indrukking wordt door de hogere snelheid niet beïnvloed, maar de standaardafwijking vertoonde een stijgende tendens (meetgegevens in bijlage IV.).

Praktijkvergelijking eerste en tweede versie.

Voor een vergelijking van de twee versies in de praktijk zijn 10 monsters van 15 tomaten gemeten met zowel de Holl-1 als de Holl-2. De gemiddelde indrukking en standaardafwijking van de meting door de Holl-1 en de Holl-2 was niet significant verschillend (gegevens in bijlage V.).

Storingsgevoeligheid.

De eerste versie van de Holl-tomatometer is zeer gevoelig voor trillingen en luchtstromingen. Daarnaast treden storingen op door onvolkomenheden in de besturingsprogrammatuur.

De tweede versie is nauwelijks gevoelig voor trillingen en luchtstromen. Het apparaat heeft onder de laboratoriumomstandigheden nooit geweigerd. De programmatuur is aangepast en dit heeft geleid tot het storingsvrij meten van honderden tomaten.

Effecten van de temperatuur van de tomaten op de stevigheid.

De inwendige temperaturen van de tomaten die waren weggelegd bij 13; 18; 25 en 30°C waren op het moment van de stevigheidsmeting respectievelijk 15; 18; 22 en 28°C.

De indrukking van de tomaten bij de verschillende temperaturen staan weergegeven in Tabel I.

	15°C	18°C	22°C	28°C
lichte tomaten	100	102	100	101
middenkleur	100	101	101	103
rode tomaten	100	101	102	102

Tabel I. Indrukking tomaat bij verschillende temperaturen van de tomaat als % van de indrukking bij 15°C.

De tomaten die gedurende de volle 9 uur bij 30°C waren bewaard hadden een inwendige temperatuur van 29°C op het moment van meten. De percentages indrukking waren 115; 108 en 112 voor respectievelijk licht midden en rood.

Effecten van de dagelijks controlehandelingen (knijpen) op de stevigheid

De gemiddelde stevigheid van twee monsters van 15 tomaten na 8 dagen bewaren bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid en al of niet dagelijks knijpen is vergeleken met de stevigheid zoals standaard wordt gemeten na overnacht acclimatiseren. De indrukking na 8 dagen is weergegeven als percentage van de initiële indrukking (Tabel II).

	dag 1 mm	SD mm	dag 8 mm	SD mm	%	SD
niet geknepen 1.	0,80	0,10	1,53	0,18	193	19
2.	0,87	0,13	1,62	0,14	191	33
wel geknepen 1.	0,97	0,18	1,86	0,30	195	27
2.	0,90	0,14	1,73	0,36	195	39

Tabel II. Effect van houdbaarheidscontrole-handelingen (knijpen) op instrumenteel gemeten stevigheid van tomaten. De stevigheid is gemeten op dag 1 en dag 8 na de veilingaanvoer en het stevigheidsverlies is uitgedrukt als percentage van de initiële stevigheid op dag 1.

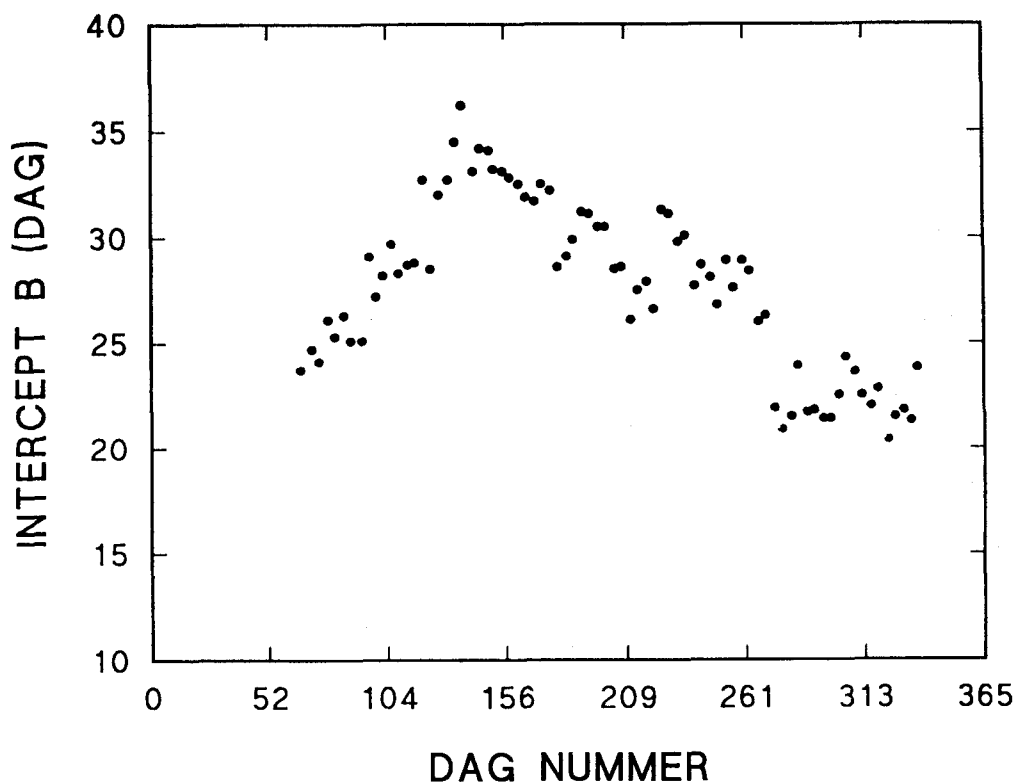
De tomaten die dagelijks waren geknepen waren niet significant zachter dan de niet-geknepen tomaten.

Instrumenteel gemeten eindstevigheid

Van tomaten waarvan de houdbaarheid was verstreken, dus het moment waarop het panel de uitspraak te zacht deed, is de eindstevigheid met de Holl-2 gemeten. De gemiddelde indrukking van 86 tomaten, gemeten op drie data, was 1,96 mm (SD=0,21). De gegevens staan vermeld in bijlag VI.

Model voor de relatie beginstevigheid en houdbaarheid in 1991

De gemiddelde beginstevigheid en de gemiddelde houdbaarheid van 10 tot 15 monsters op de 78 monsterdata, elk bestaande uit 15 tomaten, zijn bepaald. Op elke monsterdatum is de correlatie tussen de beginstevigheid en de houdbaarheid berekend. Vervolgens is een regressiemodel berekend, gebaseerd op een identieke helling van de regressielijnen voor de afzonderlijke monsterdata. Hierdoor worden de individuele regressielijnen van elke datum evenwijdig gerekend (zie ook ATO-DLO-rapport 133, 1990, aangeboden aan het CBT). De helling van de evenwijdig gemaakte regressielijnen bedraagt -13,3 dagen/mm. De intercepts van deze regressielijnen variëren gedurende het seizoen en deze zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Verloop van het intercept van de regressielijn van de relatie tussen gemiddelde beginstevigheid en gemiddelde houdbaarheid van 10 tot 15 monsters van 15 tomaten op 78 monsterdata gedurende het seizoen 1991.

De formule van het regressiemodel, gebaseerd op de gemiddelde indrukking van 15 tomaten, 1 dag na aanvoer op de veiling en de houdbaarheid is:

$$\text{HOUDBAARHEID (dagen)} = -13,3 \times \text{INDRUKKING (mm)} + B$$

Het model heeft een percentage verklaarde variantie van 58.

Dezelfde berekening is uitgevoerd voor de 225 individuele tomaten van elke bemonsteringsdatum. De 15 tomaten van elk monster zijn hierbij dus niet gemiddeld en ook niet gesplitst van de andere monsters.

De helling van dit model bedraagt -11,6 en het percentage verklaarde variantie is 48. De waarden van deze intercepts waren steeds iets lager dan die van de gemiddelden van van de 15 tomaten per monster (de praktijksituatie). Het verloop van de intercepts gedurende het seizoen is echter gelijk aan die van de intercepts van het model gebaseerd op de monstergemiddelden.

Het middelen maakt het model dus niet slechter.

Correlatie weersgegevens en houdbaarheid

Vervolgens is onderzocht of het variable intercept-B beschreven kan worden m.b.v. de weersvariabelen totale instraling (S in duizenden) en gemiddelde temperatuur (T in °C) per dag. Deze variabelen zijn in diverse combinaties getoetst. Het beste model is gebaseerd op de gemiddelde instraling en temperatuur in blokken van 5 dagen; bijvoorbeeld S_{6-10} betekent de gemiddelde instraling van dag 6 tm 10 voor de oogst.

Het beste model ziet er dan als volgt uit:

$$\text{HOUDBAARHEID} = -13,1 \times \text{INDRUKKING} + 26,7 \\ - 0,15(T_{1-5}) - 0,19(T_{21-25}) + 0,00187(S_{1-5}) + 0,00087(S_{6-10}) + 0,00098(S_{11-15})$$

De faktor $-13,1 \times \text{INDRUKKING}$ heeft een [t] van 20,1. Voor de factoren $-0,15(T_{1-5})$; $-0,19(T_{21-25})$; $+0,00187(S_{1-5})$; $+0,00087(S_{6-10})$ en $+0,00098(S_{11-15})$ bedragen de [t]-waarden respectievelijk; 3,7, 6,0, 5,9, 2,5 en 3,1. De afzonderlijke componenten van de formule dragen significant bij aan het model als de [t] waarde groter is dan 2,0. Hoe hoger de [t]-waarde hoe meer de betreffende component bijdraagt aan het model. De indrukking draagt dus veruit het meest bij.

Dit model heeft een percentage verklaarde variantie van 53.

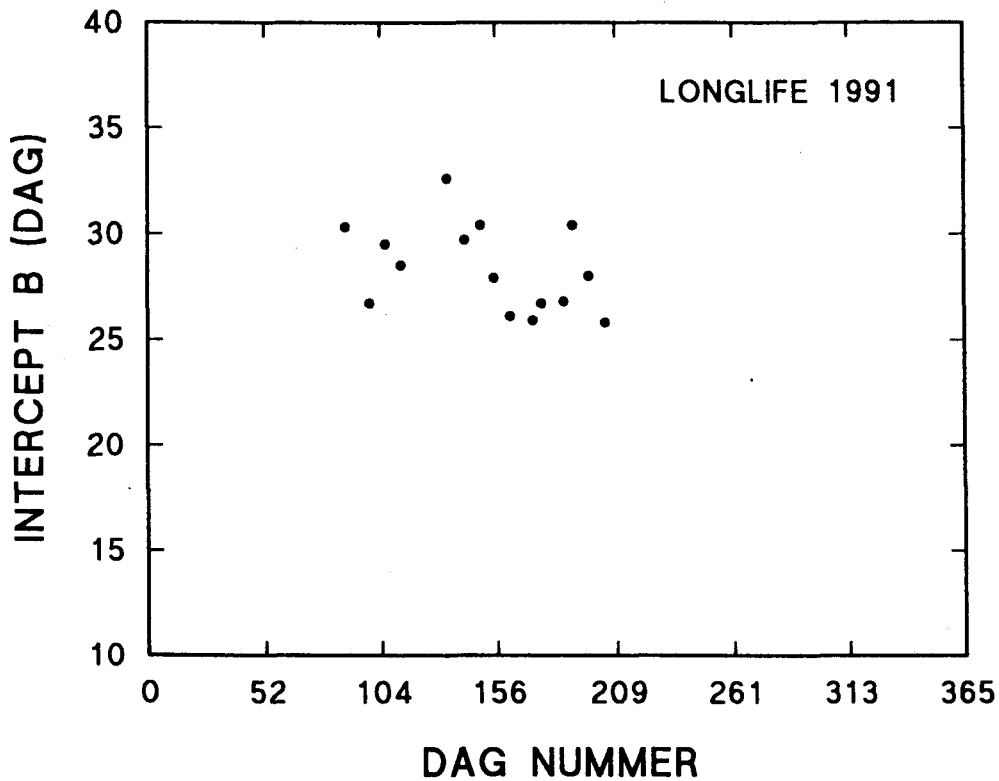
De houdbaarheid van een partij tomaten op het moment van aanvoer op de veiling kan met dit model voorspeld kan worden met een nauwkeurigheid van plus of min 6 dagen door het meten van de beginstevigheid van 15 tomaten van de partij.

Long-life tomaten

Van begin april tot eind juli 1991 zijn long-life tomaten bemonsterd en zijn de beginstevigheid en de houdbaarheid bepaald. Er is een regressie-model geconstrueerd met de formule:

$$\text{HOUDBAARHEID (dagen)} = -8,2 \times \text{INDRUKKING} + B$$

Het percentage verklaarde variantie is 93. De intercepts staan in Figuur 2.



Figuur 2. Verloop van het intercept van de regressielijn van de relatie tussen gemiddelde beginstevigheid en gemiddelde houdbaarheid van 3 monsters Long-life tomaten op 15 monsterdata gedurende het seizoen 1991.

Het is niet mogelijk gebleken de variatie in de waarden van de intercepts op enige wijze te correleren met de weersgegevens.

Validatie van het model 1989/1990.

De beste combinatie van de weersvariabelen in 1991 is ook gebruikt om het intercept-B van de formule voor 1989/1990 (zie ATO-DLO rapport 133, 1990) in te vullen. De resultaten zijn dan als volgt:

De helling wordt -11,5 [t=9,4]; de konstante wordt 35,3 en de andere parameters worden -0,72(T₁₋₅) [t=8,1]; -0,33(T₂₁₋₂₅) [t=3,3]; -0,0013(S₁₋₅) [t=2,4]; -0,0019(S₆₋₁₀) [t=2,8] en -0,00017(S₁₁₋₁₅) [t=0,4].

Het percentage verklaarde variantie is 61.

De geschatte parameters hebben andere waarden dan in 1991 en toenemende straling heeft nu een negatief effect op de houdbaarheid.

Vervolgens is geprobeerd om het intercept-B voor de seizoenen 1989/1990 en 1991 op eenzelfde wijze te beschrijven. De straling is weggelaten gezien de relatief geringe bijdrage aan de verklaring en het onduidelijke effect (positief in 1989/1990 en negatief in 1991). De temperatuurvariabelen zijn in blokken van 10 dagen ingevoerd. De modellen zien er als volgt uit:

1989/1990

$$\text{HOUDBAARHEID} = -12,0 \times \text{indrukking} + 36,2 - 0,88(T_{1-10}) - 0,0074(T_{11-20}) - 0,41(T_{21-30})$$

1991

$$\text{HOUDBAARHEID} = -16,4 \times \text{indrukking} + 31,7 - 0,25(T_{1-10}) - 0,16(T_{11-20}) - 0,25(T_{21-30})$$

De percentages verklaarde variantie bedragen respectievelijk 62 en 43 voor het model 1989/1990 en 1991.

De parameters zijn per jaar sterk verschillend.

Vervolgens is het model verder vereenvoudigd en is nog slechts gebruik gemaakt van de parameter T₂₁₋₃₀, de parameter die het meest bijdraagt voor beide modellen.

1989/1990

$$\text{HOUDBAARHEID} = -9,4 \times \text{indrukking} + 29,7 - 0,95(T_{21-30})$$

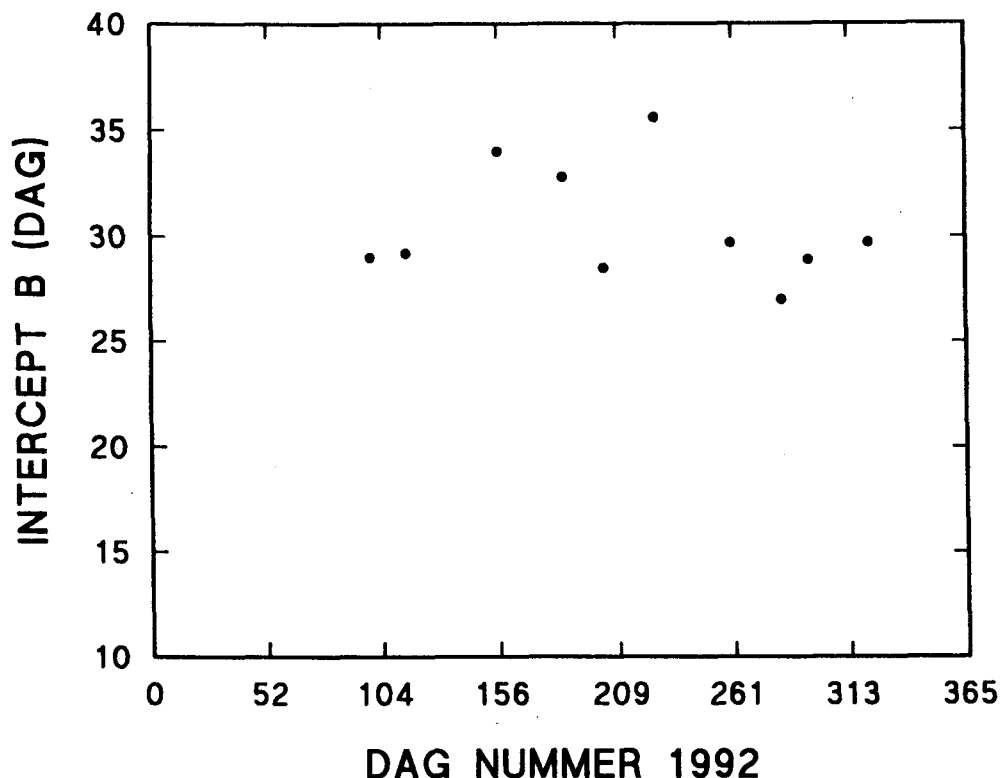
1991

$$\text{HOUDBAARHEID} = -16,7 \times \text{indrukking} + 32,6 - 0,20(T_{21-30})$$

De percentages verklaarde variantie zijn 37 en 41 voor respectievelijk 1989/1990 en 1991. De parameters zijn per jaar verschillend.

Model voor de relatie beginstevigheid en houdbaarheid in 1992

In 1992 is op 10 data verspreid over het seizoen bemonsterd. De 10 berekende intercepts zijn weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3. Verloop van het intercept van de van de relatie tussen gemiddelde beginstevigheid en gemiddelde houdbaarheid van 10 tot 15 monsters van 15 tomaten op 10 monsterdata gedurende het seizoen 1992.

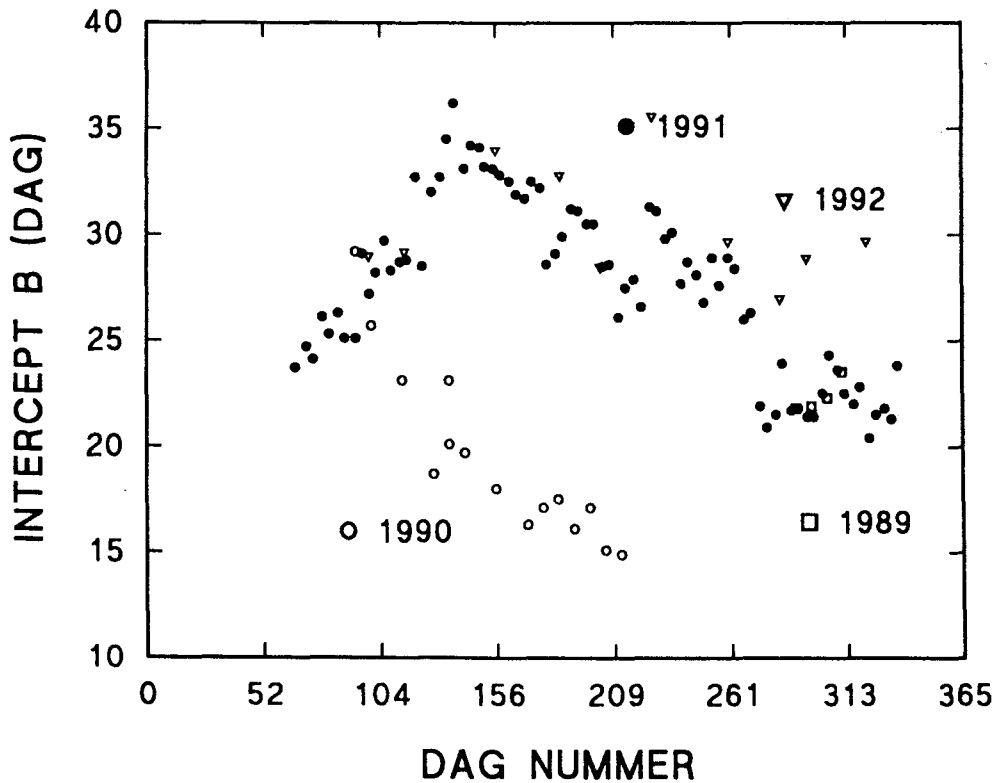
De formule van het regressiemodel, gebaseerd op de gemiddelde indrukking van 15 tomaten en de houdbaarheid is voor 1992:

$$\text{HOUDBAARHEID (dagen)} = -17,6 \times \text{INDRUKKING (mm)} + B$$

en heeft een percentage verklaarde variantie van 70.

Dezelfde berekening voor de relatie beginstevigheid en houdbaarheid van individuele tomaten geeft een formule met een richtingscoëfficiënt van -13,9. Het percentages verklaarde variantie hiervan bedraagt 53.

De intercepts van de houdbaarheidsformules van de verschillende seizoenen zijn bijeengebracht in Figuur 4.



Figuur 4. Verloop van de intercepts van de houdbaarheidsformules van 1989, 1990, 1991 en 1992.

Vervolgens is berekend of het mogelijk is te kunnen voorspellen wanneer 30% van een partij tomaten onacceptabel zacht zal zijn. Een uitspraak over 5 dagen kan worden gedaan met een nauwkeurigheid van 1,2 tot 8,8 dagen bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% en van 2,5 tot 7,5 bij een betrouwbaarheidsinterval van 80%.

Voor 10 dagen is dit respectievelijk tussen de 4,7 tot 15,3 en 6,5 tot 13,5.

Voor 15 dagen tussen 8,5 tot 21,5 en 10,8 tot 19,2.

Discussie en conclusies

Holl-tomatometer

De Holl-tomatometer is een geschikt apparaat om de indrukking van tomaten te meten. De metingen zijn voldoende nauwkeurig (0,01 mm) en goed reproduceerbaar. De eerste versie van het apparaat was nogal gevoelig voor storingen veroorzaakt door trillingen van de tafel of door de handelingen die moeten worden verricht om de tomaten te plaatsen en de apparatuur te bedienen. De tweede versie is nauwelijks gevoelig voor trillingen en heeft een vriendelijk bedieningsprogramma. De tweede versie meet niet significant andere waarden voor de indrukking dan de eerste versie. De tweede versie is sneller dan de eerste en geschikt om te worden aangepast voor gebruik in de praktijk. De snelheid kan verder worden opgevoerd en het apparaat krijgt een invoervoorziening voor het zelfstandig kunnen meten van 15 tomaten van een monster.

Stevigheidsmeting

Het meten van de indrukking van tomaten met de geringe kracht van 3N is een niet-destructieve methode om de stevigheid te kwantificeren. Met beide versies zijn goed reproduceerbare waarden te verkrijgen. Veelvuldig snel na elkaar herhaalde metingen van zachte tomaten op dezelfde plek resulteren in een tendens tot het afnemen van de indrukking. Dit is een ervaring die eerder is opgedaan bij het ATO-DLO en het PTG. De tomaten worden wat "elastisch".

Voor toepassing in de praktijk is de eenmalige meting absoluut niet schadelijk voor de tomaat. Tomaten, die zijn gebruikt voor de stevigheidsmeting op de veiling, kunnen dus weer terug in het kistje.

De temperatuur van de tomaat blijkt de stevigheidsmeting niet te beïnvloeden. Dit is een belangrijke waarneming, want de temperatuur van tomaten kan op de veiling gedurende het seizoen variëren. De indrukking van de tomaten bleek niet te veranderen bij oplopende inwendige temperaturen van 15 tot 28°C. De temperatuur van tomaten bij aanvoer op de veiling is dus niet van invloed op de gemeten stevigheid. Het meten van de stevigheid kan dus goed onder de veilingcondities plaatsvinden.

Het dagelijks beoordelen van de tomaten in de houdbaarheidscontroles (het knijpen) is niet van invloed op de stevigheid. De stevigheidsbeoordeling als maat voor de houdbaarheid is dus ook een niet-destructieve methode.

Het vaststellen van het eind van de houdbaarheid bleek voor alle getrainde panelleden op hetzelfde moment te vallen. De verschillen waren maximaal 1 dag, de frequentie waarmee de tomaten werden beoordeeld. De te zachte bevonden tomaten hadden een gemiddelde indrukking van 1,96 mm. Deze waarde was constant gedurende het hele seizoen maar hoger dan in de vorige onderzoeksperiode (1,52 mm; zie ATO-DLO-rapport 133). Een aantal panelleden heeft aan beide onderzoeken deelgenomen. Bovendien zijn de beoordelingen vergeleken met oordelen door medewerkers van het Proefstation in Naaldwijk. De beoordelingen van het moment van onacceptabel zacht zijn van de tomaten verschilden niet van elkaar. Het is dus onwaarschijnlijk dat de panelleden hun oordelen hebben gewijzigd en daardoor tomaten langer houdbaar hebben gevonden. Dat de indrukking van de niet stevig genoeg bevonden tomaten in 1991 hoger is dan in 1989/1990 is mogelijk te verklaren door verschillen in raseigenschappen. De gemeten indrukking van de vrucht is

namelijk een resultante van stevigheid, brosheid, taatheid en elasticiteit van het vruchtvlees en de schil. Het meten van de indrukking van de zeer zachte tomaten kan mogelijk enigszins beïnvloed worden door elastische eigenschappen, die met de hand minder worden waargenomen. Dit kan een rasgebonden eigenschap zijn (Long-life typen) of een fenomeen dat optreedt als gevolg van extreme groeiomstandigheden (hoge zoutconcentraties in de bodem c.q. voedingsoplossing).

Model 1991

De berekende intercepts voor 1991 vertonen een oplopende waarde gedurende het voorjaar. Begin mei wordt het maximum bereikt, waarna de waarden dalen tot november. Dit lijkt in tegenspraak met de hypothese dat de intercepts in de zomer laag en in het voor- en najaar hoog zijn; het uitgangspunt van het onderzoek. Door de berekende intercepts (weliswaar behorend bij verschillende houdbaarheidsformules) van meerdere jaren met elkaar te vergelijken (zie Figuur 4), wordt een nieuwe hypothese opgesteld.

In het voorjaar, eind april/begin mei, is de waarde van het intercept relatief hoog, hetgeen correspondeert met een lange houdbaarheid. In het najaar is de waarde laag en is de houdbaarheid kort. In het seizoen 1991 is in het zeer vroege voorjaar een oplopende waarde voor de intercepts waargenomen. Dit betekent dat in het zeer vroege voorjaar de tomaten wat korter houdbaar zijn. In 1989 en 1990 is in deze vroege periode niet bemonsterd en is deze waarneming dus ook niet verricht.

De veronderstelling dat de waarden van de intercepts aan het eind van het seizoen weer op zouden lopen is in 1991 niet ondersteund. De relatief hoge waarden voor het najaar 1989, vergeleken met 1990, zijn waarschijnlijk het staartje van de waarden die voor heel 1989 hoger geweest zijn dan voor 1990. Zo zijn de waarden voor 1991 en 1992 duidelijk veel hoger dan voor 1990 en vallen redelijk samen met de waarden van 1989.

Behalve de maximale waarden van de intercepts kan klaarblijkelijk ook het moment van het bereiken van het maximum per jaar verschillen. Dit hangt mogelijk samen met het aangevoerde ras (specifieke stevigheids-eigenschappen) en de weersomstandigheden (snelheid van de plant- en vruchtgroei) gedurende het betreffende jaar. Als verklaring voor de geleidelijke afname van de waarden van de intercepts gedurende de zomer kan de relatief hoge temperatuur tijdens de groeifase van de vrucht en de toenemende leeftijd van de plant worden aangevoerd.

De waarden van de berekende intercepts voor 1992 verwerpen deze aangepaste hypothese niet. Aan het eind van het seizoen daalt de waarde van het intercept minder dan in 1990 en 1991. Dit is mogelijk typerend voor het in 1992 veel op de veiling aangevoerde nieuwe ras Pronto.

De waarden van de intercepts van de Long-life tomaten in 1991 liepen ook minder af gedurende het seizoen. De helling van de houdbaarheidsformule was relatief gering, hetgeen betekent dat de beginstevigheid van Long-life tomaten minder bij zou dragen aan de uiteindelijke houdbaarheid. Het aantal monsters per datum was echter slechts 3 en bovendien afkomstig van monsters met sterk op elkaar lijkende beginstevigheid.

Uitgaande van de aangepaste hypothese kan de verminderde houdbaarheid van tomaten gedurende het seizoen beschreven worden door een formule met een aflopende waarde voor het intercept. In het zeer vroege voorjaar loopt de waarde mogelijk eerst nog op tot een maximum bereikt wordt begin mei. Het idee dat tomaten in het voor- en najaar relatief lang houdbaar zijn, lijkt hiermee voor het najaar schijnbaar in tegenspraak. Echter, houdbaarheid is sterk gecorreleerd met de beginstevigheid. Tomaten worden in de praktijk op kleur ingedeeld en niet op stevigheid. Het is mogelijk dat tomaten aan het eind van het seizoen relatief hard zijn voor het kleurstadium waarin ze zijn ingedeeld.

Correlatie met de weersgegevens

Behalve het grove verloop van de waarden van de intercepts gedurende het seizoen zijn er ook pieken en dalen gesuperponeerd over dit verloop. Deze zouden mogelijk verklaard kunnen worden door veranderingen in de klimatologische omstandigheden tijdens de groei van de tomaten. De tomaten die op de veiling worden aangevoerd zijn afkomstig van veel verschillende telers met elk een specifiek microklimaat en voedingsregiem. Deze variabelen zijn echter sterk gebonden aan de weersomstandigheden buiten de kas. De weersomstandigheden bepalen het al of niet bijverwarmen, luchten en extra bemesten. De meteorologische gegevens van de regio waar de aangevoerde tomaten geteeld zijn lijken dus geschikte parameters om de variaties in de omstandigheden tijdens de groeifase en daardoor mogelijk de variatie in houdbaarheid te beschrijven. Er is daarom geprobeerd de gemiddelde instraling en gemiddelde temperatuur als verklarende factoren in te voeren om de schommelingen in de waarden van de intercepts te verklaren en mogelijk te voorspellen. De waarden van de intercepts worden als het ware opgebouwd met de weersgegevens. De beste combinatie blijkt een formule te zijn, waarbij de gemiddelde instraling en de gemiddelde temperatuur in blokken van 5 dagen vlak voor de oogst belangrijk bijdraagt in de verklaring. Een blok van 5 dagen 3 weken voor de oogst draagt wat de temperatuur betreft zeer sterk bij. Het totale model heeft een percentage verklaarde variantie van 53. Hetzelfde model, toegepast op gegevens van 1989/1990 heeft een percentage verklaarde variantie van 61.

Als deze modellen worden gebruikt om een uitspraak te doen over de te verwachten houdbaarheid van een partij tomaten kan er een voorspelling worden gedaan met een nauwkeurigheid van plus of min 6 dagen.

De straling heeft een relatief geringe bijdrage ten opzichte van de temperatuur en werkt in het ene seizoen positief op de houdbaarheid en het andere negatief. Voor een algemeen toepasbaar model is de straling dus niet geschikt. Hoge temperaturen, vooral in de periode 3 weken voor de oogst, beïnvloedden de houdbaarheid in beide modellen negatief.

De temperatuur 3 weken voor de oogst draagt ook het meest bij aan de modellen en deze factor is gebruikt om vereenvoudigde gemeenschappelijke modellen te maken voor de seizoenen 1990 en 1991. Deze modellen verklaren de houdbaarheidsverschillen die zijn waargenomen echter onvoldoende.

Om een uitspraak te kunnen doen over de zekerheid waarbij 30% van een partij over bijvoorbeeld 10 dagen onvoelde stevig zal is, moet rekening worden gehouden met een nauwkeurigheid van 4,7 tot 15,3 dagen bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%.

Voor 15 dagen is de nauwkeurigheid van 8,5 tot 21,5 dagen.

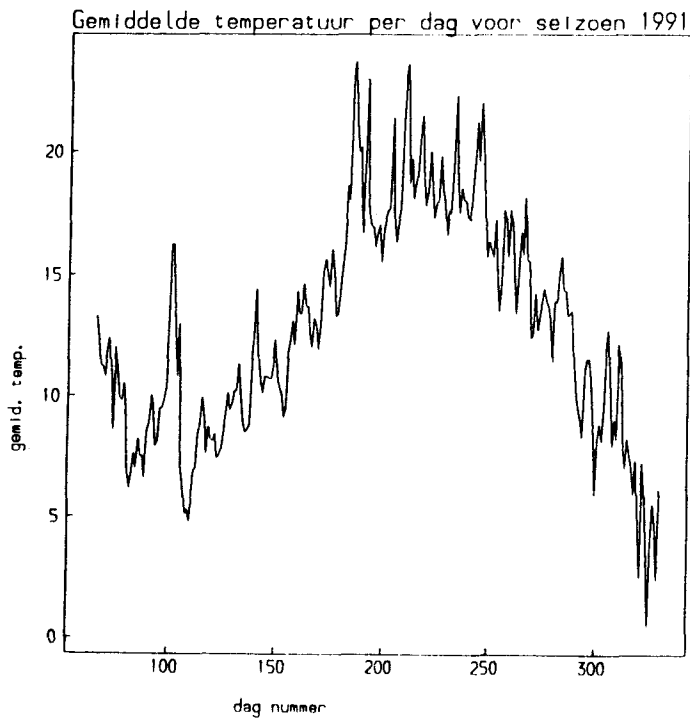
De uit het onderzoek voortgekomen modellen kunnen wel behulpzaam zijn bij het vaststellen van minimale eisen voor de beginstevigheid en geven inzicht in het verloop van de houdbaarheid gedurende het seizoen, zodat de minimum-eisen voor de stevigheid daarop kunnen worden afgestemd.

Literatuur

Polderdijk J.J. en L.M.M. Tijskens (1990). Op weg naar een model voor de houdbaarheid van ronde tomaten, gebaseerd op de instrumenteel gemeten stevigheid en een seizoensgebonden factor. ATO-rapport 133.

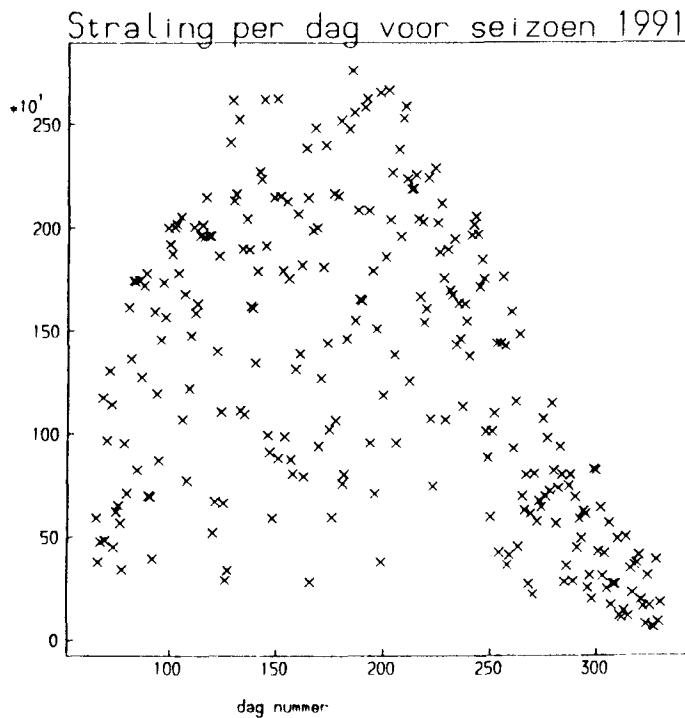
Polderdijk J.J., L.M.M. Tijskens, J. E. Robbers and H.C.P.M. van der Valk (1993). Predictive model of keeping quality of tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* 2: 179-185.

Bijlagen



Bijlage Ia.

Gemiddelde temperatuur per dag voor het seizoen 1991.



Bijlage Ib.

Totale instraling per dag voor het seizoen 1991.

tomaat nr.	indrukking Holl-1	indrukking Holl-2
1	0,87	0,88
2	1,51	1,49
3	0,58	0,59
4	1,03	0,98
5	0,55	0,58
6	0,94	0,94
7	0,61	0,68
8	1,43	1,38
9	0,89	0,81
10	1,03	1,10
11	0,86	0,78
12	1,05	1,07
13	1,18	1,23
14	1,05	1,01
15	1,74	1,63
16	1,39	1,44
17	2,29	2,16
18	1,18	1,13
19	2,09	1,99
20	1,36	1,35
gem.	1,18	1,16
SD	0,45	0,42

Bijlage II.

Vergelijking gemeten indrukking van 20 tomaten m.b.v. de eerste (Holl-1) en tweede (Holl-2) versie van de Holl-tomatometer.

		Harde tomaat		Zachte tomaat	
		Holl-1	Holl-2	Holl-1	Holl-2
meting	1.	0,55	0,64	1,38	1,34
	2.	0,60	0,64	1,32	1,30
	3.	0,58	0,42	1,31	1,36
	4.	0,59	0,61	1,30	1,37
	5.	0,59	0,59	1,30	1,33
	6.	0,61	0,62	1,26	1,02
	7.	0,62	0,61	1,28	0,92
	8.	0,62	0,63	1,25	1,40
	9.	0,63	0,58	1,27	0,95
	10.	0,60	0,57	1,21	1,00
	11.	0,59	0,44	1,22	1,31
	12.	0,62	0,60	1,23	1,51
	13.	0,62	0,58	1,24	1,30
	14.	0,60	0,65	1,21	1,26
	15.	0,61	0,64	1,22	1,28
gem.		0,60	0,59	1,27	1,24
st. afw.		0,02	0,07	0,05	0,17

Bijlage III.

Vergelijking gemeten indrukking van een harde en een zachte tomaat m.b.v. de eerste ((Holl-1) en tweede (Holl-2) versie van de Holl-tomatometer. De tomaten zijn 15 maal met beide meters gemeten.

	Harde tomaat						Zachte tomaat	
	Holl-1	Holl-1	Holl-2	Holl-2	Holl-2 30mm/	Holl-2 40mm/	Holl-1	Holl-2
1.	0,55	0,64	0,64	0,62	0,65	0,68	1,38	1,34
2.	0,60	0,62	0,64	0,63	0,67	0,69	1,32	1,30
3.	0,58	0,61	0,42	0,63	0,65	0,73	1,31	1,36
4.	0,59	0,61	0,61	0,64	0,45	0,69	1,30	1,37
5.	0,59	0,61	0,59	0,64	0,67	0,67	1,30	1,33
6.	0,61	0,63	0,62	0,64	0,66	0,68	1,26	1,02
7.	0,62	0,62	0,61	0,63	0,49	0,47	1,28	0,92
8.	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,68	1,25	1,40
9.	0,63	0,61	0,58	0,45	0,65	0,54	1,27	0,95
10.	0,60	0,61	0,57	0,67	0,64	0,48	1,21	1,00
11.	0,59	0,60	0,44	0,64	0,67	0,59	1,22	1,31
12.	0,62	0,62	0,60	0,65	0,63	0,68	1,23	1,51
13.	0,62	0,62	0,58	0,66	0,65	0,69	1,24	1,30
14.	0,60	0,63	0,65	0,63	0,65	0,69	1,21	1,26
15.	0,61	0,62	0,64	0,63	0,64	0,64	1,22	1,28
gem. st.afw.	0,60 0,02	0,62 0,01	0,59 0,07	0,63 0,05	0,63 0,07	0,65 0,08	1,27 0,05	1,25 0,18
meettijd sec	430	430	337	353	311	296	463	340

Bijlage IV.

Vergelijken snelheid stevigheidsmeting door de eerste (Holl-1) en tweede (Holl-2) versie van de Holl-tomatometer.

monster	Holl-1		Holl-2	
	gem. indr. mm	SD (N=15)	gem. indr. mm	SD (N=15)
1	1,06	0,19	1,04	0,17
2	1,08	0,25	1,05	0,25
3	0,94	0,17	0,92	0,15
4	0,89	0,11	0,88	0,09
5	1,19	0,25	1,19	0,22
6	0,99	0,47	0,99	0,47
7	0,96	0,40	0,96	0,39
8	1,12	0,46	1,13	0,47
9	1,27	0,50	1,25	0,50
10	1,13	0,23	1,27	0,19

Bijlage V.

Praktijkvergelijking eerste (Holl-1) en tweede (Holl-2) versie van de Holl-tomatometer. Elk monster bestaat uit 15 aselekt genomen tomaten van een teler, zoals in de houdbaarheidsproeven wordt gedaan.

	gem. eindstevigheid	aantal	SD
monsterdatum 1	1,97	24	0,29
2	1,97	37	0,18
3	1,97	25	0,15
totaal	1,96	86	0,21

Bijlage VI.

Instrumenteel gemeten eindstevigheid van tomaten op het moment van het eind van de houdbaarheid. De metingen zijn op drie data uitgevoerd.