1714

Fruitteeltpraktijkonderzoek

FPO

Resultaten van enquête naar oorzaken van inwendig bruin in Elstar

J.D. van der Laken

Rapportnr. : 99/02

maart 1999

Niet voor publicatie

• Lingewal 1A, 6668 LA Randwijk • Tel.: 0488-473700 • Fax: 0488-473717 • E-mail: fpopost@fpo.agro.nl •

• Het FPO heeft ook vestigingen in: Breda, Horst, Wilhelminadorp en Zeewolde •

Fruitteeltpraktijkonderzoek

FPO

Resultaten van enquête naar oorzaken van inwendig bruin in Elstar

J.D. van der Laken

Rapportnr. : 99/02

maart 1999

Niet voor publicatie

2252707

• Lingewal 1A, 6668 LA Randwijk • Tel.: 0488-473700 • Fax: 0488-473717 • E-mail: fpopost@fpo.agro.nl •

• Het FPO heeft ook vestigingen in: Breda, Horst, Wilhelminadorp en Zeewolde •

Inhoudsopgave

Samenvatting 1
1. Inleiding 2
    1.1. Aanleiding van het onderzoek en doel 2
    1.2. Aanpak 2
    1.3. Leeswijzer 2
    1.4. Het probleem 3
2. Methode 4
    2.1. De enquête 4
    2.2. Verwerking van de gegevens 4
3. Resultaten 5
    3.1. Jaar 5
    3.2. Ras 5
    3.3. Dichtheid van de boom 6
    3.4. Plukken 6
        3.4.1. Pluktijdstip 6
        3.4.2. Het aantal plukken 7
    3.5. Bodem 7
        3.5.1. Bodemtype 7
        3.5.2. Variatie in bodemtype 7
        3.5.3. pH 8
    3.6. Breedwerpige bemesting 8
        3.6.1. Stikstof 8
        3.6.2. Kalium 8
        3.6.3. Fosfaat 9
        3.6.4. Overige breedwerpige bemesting 9
    3.7. Dracht 9
    3.8. Maat van de appels 9
    3.9. Ouderdom van de boom 10
    3.10. Groeikracht 10
    3.11. Bewaring 10
        3.11.1. Bewaartemperatuur 10
        3.11.2. O_2-concentratie 11
        3.11.3. CO_2-concentratie 11
        3.11.4. Bewaarduur 11
    3.12. Snoeien 13
    3.13. Onderstam 13
4. Discussie 14
    4.1. Jaar 14
        4.1.1. Neerslag 14
        4.1.2. Temperatuur 15
    4.2. Ras 15
    4.3. Dichtheid van de boom 16
    4.4. Plukken 16
        4.4.1. Pluktijdstip 16
        4.4.2. Het aantal plukken 17
    4.5. Bodemtype 17
    4.6. Breedwerpige bemesting 18

4.6.1. Stikstof 18
4.6.2. Kalium 18
4.6.3. Fosfaat 19
4.7. Dracht en maat van de appels 19
4.8. Ouderdom van de boom 19
4.9. Groeikracht 20
4.10. Bewaring 20
4.10.1. Bewaartemperatuur 20
4.10.2. O_2-concentratie en CO_2-concentratie 20
4.10.3. Bewaarduur 20
4.11. Snoeien 20
4.12. Onderstam 21
5. Conclusies 22
Literatuur 23
Bijlage A t/m K 25 t/m 38

Samenvatting

Het bewaarseizoen 1996/1997 heeft zich gekenmerkt door frequente meldingen van inwendig bruin in Elstar (IBE) en Jonagold. Dit probleem heeft zich landelijk voorgedaan. Door de gezamenlijke veilingen en het Produktschap voor de Tuinbouw is er opdracht gegeven om te onderzoeken wat de oorzaak is van dit probleem en wat de mogelijkheden zijn om dit probleem in de praktijk te voorkomen. Het onderzoek wordt gezamenlijk uitgevoerd door het FPO (Fruitteeltpraktijkonderzoek) en het ATO (Agrotechnologisch Onderzoek).
Om het teeltonderzoek, uit te voeren door het FPO, te richten op de meest belangrijke factoren, is een enquête uitgevoerd onder telers die met IBE te maken hebben gehad. De uitkomsten van de enquête worden gebruikt voor de opzet van vervolgexperimenten.
Bij 35 bedrijven is een enquête afgenomen. De teelt- en bewaargegevens van de situatie waarin IBE optrad zijn genoteerd en vergeleken met een vergelijkbare situatie op het bedrijf waarin geen IBE optrad. Voor alle teelt- en bewaargegevens (factoren) is nagegaan of er een significant verband is met het optreden van IBE.
Indien er geen significant verband was, is nagegaan of er desondanks een tendens was in een bepaalde richting. De belangrijkste significante effecten zijn:
- in 1996/1997 is er duidelijk meer IBE opgetreden dan in 1997/1998; mogelijke oorzaak is de droge zomer, gevolgd door een extreem natte augustusmaand in 1996;
- er is vaker en in sterkere mate IBE opgetreden bij de rode mutanten (Red Elstar en Elshof) dan bij Standaard Elstar; hier is nog geen verklaring voor gevonden; mogelijk moet er een verklaring worden gezocht en de relatief jonge leeftijd van de aanplant.
- er treedt vaker IBE op bij appels van bomen met een geringe-matige dracht; mogelijk is de maat van de appels de oorzaak: appels van bomen met een geringe-matige dracht zijn meestal groter en hebben in het algemeen een slechtere bewaarkwaliteit.
Een aantal teeltfactoren liet een tendens zien in een bepaalde richting. Bij een open gewas, jonge bomen (leeftijd 5 jaar en jonger), zwaardere bodems, hoge stikstofgiften en lage kaliumgiften treedt er vaker IBE op. Ondanks de verwachting dat latere pluktijdstippen tot een hogere gevoeligheid voor IBE zou leiden, is er in de enquête geen relatie gevonden tussen pluktijdstip en het optreden van IBE.
Wat de factoren van de bewaarcondities betreft: er is een tendens dat in de CA-bewaring bij lagere O_2-concentraties en hogere CO_2-concentraties meer IBE optreedt. Er is geen relatie gevonden tussen bewaartemperatuur en het optreden van IBE en tussen bewaarduur en het optreden van IBE.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding van het onderzoek en doel

Het bewaarseizoen 1997 heeft zich gekenmerkt door frequente melding van inwendige bruinverkleuringen in Elstar en Jonagold appelen. Dit probleem heeft zich landelijk voorgedaan en lijkt seizoengebonden te zijn. Andere jaren met veel inwendig bruin waren 1985, 1989 en 1991 (mond. med. A.C.R. van Schaik). De economische schade in 1997 was fors: deze wordt geschat op tenminste 12 miljoen gulden. Oorzaak van het probleem is onbekend. Daarom is er een verkennend onderzoek gestart in 1998 op initiatief van de gezamenlijke veilingen en meegefinancieerd door het Produktschap voor de Tuinbouw. Het wordt gezamenlijk uitgevoerd door het FPO en het ATO.

Inwendig bruin (hierna steeds afgekort als IBE = inwendig bruin Elstar) treedt vooral op in de lange bewaring bij CA-condities. Aan de buitenkant van de appel is de afwijking niet te zien. Omdat de afwijking in het begin niet aan de buitenkant is te zien, is het niet mogelijk om de slechte appels op het oog uit de partij te selecteren. De partij wordt, afhankelijk van het percentage vruchten met inwendig bruin gedeclasseerd, of is nog slechts geschikt voor verwerking in de fabriek.
De gevoeligheid voor IBE ontstaat waarschijnlijk tijdens de teelt. Factoren zoals voeding, klimaat en dracht kunnen daarbij een rol spelen. Dit heeft tot gevolg dat het optreden van IBE zeer variabel is. Het verschilt tussen jaren, tussen telers, tussen percelen en binnen percelen. Mogelijk spelen ook de bewaarcondities nog een rol.
Het onderzoek naar IBE is drieledig. Het eerste doel is de voorspelling van bewaarbaarheid van Elstar op basis van teeltgegevens en productkwaliteit aan het begin van het bewaarseizoen. In dit onderzoek staat de invloed van omstandigheden tijdens de teelt en van boomgaardfactoren centraal. Als bekend is welke partijen gevoelig zijn, kan door vroege(re) afzet en/of aanpassing van de bewaarcondities de schade beperkt of zelfs voorkomen worden. De resultaten zijn ook nodig voor het tweede doel: het ontwikkelen van adviezen voor teeltmaatregelen, die het optreden van inwendig bruin voorkomen. Het derde doel is het ontwikkelen van veilige scenario's om het fruit te bewaren, zodat zich geen inwendig bruin ontwikkelt; en het vinden van signaalstoffen, die aanwijzingen kunnen geven dat zich in de bewaring inwendig bruin ontwikkelt, zodat de appels tijdig kunnen worden afgezet.

1.2. Aanpak

Om het teeltonderzoek te richten op de meest belangrijke factoren, is een enquête uitgevoerd onder telers die met IBE te maken hebben gehad. Op basis van de uitkomsten van de enquête worden vervolgexperimenten voorgesteld. Het is dan aan de financiers om te beslissen over voortzetting van het onderzoek. In dit rapport wordt verslag gedaan van deze enquête.

1.3. Leeswijzer

De opbouw van het rapport is als volgt. In het hiernavolgende kader wordt een beschrijving van het probleem IBE gegeven. In hoofdstuk 2 wordt de methodiek van de enquête beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd van de enquête. Discussie en conclusies volgen in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5.

1.4. Het probleem: wat is inwendig bruin (IBE)?

De schade manifesteert zich door lokale bruinverkleuring in het vruchtvlees. Een smalle zone van twee tot vijf millimeter net onder de schil wordt in eerste instantie niet aangetast. De bruine plekken in het vruchtvlees zijn vochtig maar stevig en de smaak is enigszins bitter. De overgang tussen gezond en bruin weefsel is onscherp. Ook het klokhuis vertoont dan nog geen bruinverkleuring. In een iets later stadium kleuren de vaatbundels sterk donkerbruin. Uiteindelijk is de afwijking vaak ook aan de buitenkant van de appel te zien door ontkleuring van de schil en verwatering van het onderliggende vruchtvlees. Qua symptomen heeft IBE veel overeenkomsten met lage temperatuur bederf (LTB), zoals bekend bij onder meer Cox OP en Jonathan (Meheriuk e.a., 1982). LTB treedt op in ULO- en CA-bewaring als appels bij een te lage temperatuur worden bewaard. In gevoelige partijen kan al LTB optreden bij de gebruikelijke bewaartemperatuur. LTB is afhankelijk van bewaartemperatuur en bewaarduur: hoe langer de appels worden bewaard en hoe lager de temperatuur, hoe groter de kans dat de appels LTB ontwikkelen (Tomkins, 1966).

2. Methode

2.1. De enquête

Bij diverse veilingen verspreid over Nederland is nagegaan bij welke telers in het seizoen 1996/1997 IBE is opgetreden. Deze telers zijn telefonisch benaderd met het verzoek om een enquête te mogen afnemen. Er hebben 35 telers toestemming verleend. Gevolg van deze aanpak is dat er geen sprake is van een aselecte steekproef uit een groep telers. Hun bedrijven bevonden zich in de Flevopolder, de Noord-oostpolder, de Betuwe en West-Brabant. Bij 6 telers deed het probleem IBE zich zowel in de bewaring 1997 als in 1998 voor. Voor het overige bleek IBE in de bewaring 1998 niet veel op te treden.
Bij de telers die zijn bezocht is een enquête afgenomen over het teeltseizoen voorafgaande aan de bewaarperiode waarin het probleem zich voordeed. Meestal was dit het teeltseizoen 1996. De teeltgegevens van dit jaar zijn vergeleken met de teeltgegevens van een situatie waarin het probleem zich niet voordeed. Meestal was dit het teeltseizoen 1997. Indien er in het seizoen 1996 verschillen waren in het optreden van IBE tussen percelen, of rassen, enz., dan werden er meerdere enquêtes afgenomen, over zowel 1996 als 1997. De enquête is opgenomen in bijlage K.
Bij het afnemen van de enquête bij telers is aan de telers gevraagd om te omschrijven hoe inwendig bruin in de appel eruit zag. Dit verschafte zekerheid dat er een enquête werd afgenomen over het probleem IBE.

2.2. Verwerking van de gegevens

Voor alle factoren die in de enquête zijn opgenomen, is nagegaan of er een verband was tussen deze factoren en het optreden van IBE. Het optreden van IBE is geclassificeerd als ja of nee: het treedt wel of niet op. De factoren zijn veelal ingedeeld in twee klassen (bijv. lage dracht en hoge dracht); de grens tussen de twee klassen is bepaald door ervoor te zorgen dat er ongeveer evenveel waarnemingen in beide klassen vallen. Vervolgens zijn met Genstat 5 release 4.1 voor elke factor tabellen gemaakt waarin per klasse is opgenomen het aantal malen dat er wel of niet IBE optrad in een bepaald jaar. Met een statistische toets (chi-kwadraat) is nagegaan of er significante verschillen waren (P-waarde $\leq$ 0,05). Indien de verschillen niet significant waren, is nagegaan of er desondanks een tendens te bespeuren was in een bepaalde richting. Met tendens wordt hier bedoeld, dat het verschil tussen twee klassen meer dan 20% bedroeg. Bij de resultaatbesprekingen zijn alleen de tabellen opgenomen die een significant verschil of een tendens lieten zien in een bepaalde richting. De overige tabellen zijn opgenomen in de bijlage. Het aantal beschikbare waarnemingen was te klein om ook naar interacties van factoren te kijken.
Bij de verwerking van de resultaten zijn de data gebruikt voor de rassen Elstar en Jonagold.

3. Resultaten

In de hierna volgende paragrafen zijn de factoren besproken die een invloed lieten zien op het optreden van IBE.

3.1. Jaar

Er is een duidelijk verschil in optreden van IBE tussen teeltseizoenen 1996 en 1997 (tabel 1).

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) in 1996 en 1997.

	Ntot	IBE (%)
1996	45	31 (68%)
1997	47	13 (28%)
P-waarde		0,0001

In 1996 treedt er duidelijk veel meer IBE op dan in 1997.

3.2. Ras

Tabel 2. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij standaard Elstar en de rode mutanten (Red Elstar en Elshof), in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
Standaard Elstar	30	18 (60%)	29	8 (28%)
Rode mutant Elstar	19	17 (89%)	21	7 (33%)
P-waarde		0.03		0.66

Tabel 2 geeft een duidelijke aanwijzing dat er in 1996 significant vaker IBE is opgetreden bij de rode mutanten van Elstar dan bij de standaard. In 1997 trad dit effect niet op.

Een enkele keer treedt er ook IBE op bij Jonagold, Golden Delicious en Rode Boskoop (zie bijlage A). Golden Delicious en Rode Boskoop zijn in de verdere bespreking van de resultaten niet opgenomen, omdat de onderzoeksvraag zich niet op deze rassen richt.

3.3 Dichtheid van de boom

Tabel 3. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) afhankelijk van de dichtheid van de boom, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
open gewas	15	11 (73%)	13	6 (46%)
normale boomdichtheid	18	13 (72%)	17	5 (29%)
gesloten gewas	12	7 (58%)	17	2 (12%)
P-waarde		0,65		0,11

In 1996 is er geen invloed van de dichtheid van de boom; in 1997 is er een tendens dat er meer IBE optreedt bij een meer open gewas.

3.4 Plukken

3.4.1. Pluktijdstip

In 1996 is ongeveer de helft van de telers in de periode van drie dagen rondom de datum van het plukadvies gestart met plukken. De andere helft heeft later geplukt. Veel telers zeggen dat ze in 1996 later geplukt hebben dan het plukadvies aangaf, omdat de appels nog onvoldoende blos hadden. In 1997 zijn ten opzichte van 1996 zelfs nog meer telers later dan het plukadvies gestart met plukken (tabel 4).

Tabel 4. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij diverse pluktijdstippen, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
vroege eerste pluk	3	3 (100%)	0	0 (-)
eerste pluk normale tijdstip	17	12 (71%)	13	2 (15%)
late eerste pluk	18	13 (72%)	31	10 (32%)
P-waarde		0.56		0.25

- vroege eerste pluk: pluk valt meer dan 3 dagen eerder dan het plukadvies voor de regio
- eerste pluk normale tijdstip: pluk valt 3 dagen eerder tot 3 dagen later dan het plukadvies voor de regio
- late eerste pluk: pluk valt meer dan 3 dagen later dan het plukadvies voor de regio

Er blijkt geen verschil te zijn in het optreden van IBE bij vroeg, normaal of laat plukken.
Het aantal waarnemingen van de vroege eerste pluk is te klein om daar conclusies aan te

kunnen verbinden.

3.4.2. Het aantal plukken

Er is geen verschil in het optreden van IBE bij het plukken van een partij appels in één keer of in meerdere keren (=doorplukken, zie bijlage B).
De meeste telers constateren dat IBE optreedt in de 1e pluk. Meestal wordt alleen de 1e pluk lang bewaard, omdat deze appels het minst rijp zijn ten opzichte van latere plukken. Een enkele teler noemt, dat indien de 1e en de 2e pluk even lang worden bewaard, een groter deel van de partij is aangetast bij de 2e pluk. Eén teler noemt dat bij even lange bewaring van 1e en 2e pluk in dezelfde cel alleen de 1e pluk bruin is.

3.5. Bodem

3.5.1. Bodemtype

Tabel 5. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lichte bodems (0-38% afslibbaar) en zware bodems (> 38% afslibbaar), in 1996 en 1997.

	1996	1996	1997	1997
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE(%)
0-38 % afslibbaar	22	13 (59%)	21	3 (15%)
> 38% afslibbaar	19	16 (84%)	21	8 (38%)
P-waarde		0.08		0.08

Uit tabel 5 blijkt, dat er geen significant verschil is tussen het optreden van IBE bij lichte bodems (<38% afslibbaar) en zware bodems (> 38% afslibbaar). Het verschil in het aantal waarnemingen met IBE tussen beide klassen is zowel in 1996 en 1997 zodanig groot (>20%), dat er een tendens is dat op zwaardere bodems vaker IBE optreedt. Dit lijkt in tegenspraak met het volgende feit: bij één bedrijf is er een duidelijk verband tussen een lichter bodemtype en het ontstaan van IBE. Deze teler heeft de appels van de zandbanen in zijn perceel gescheiden bewaard van de appels van de zwaardere delen (34 % afslibbaar) in zijn perceel. Bij de uitslag bleek dat de appels van de zandbaan voor een groot deel inwendig bruin waren, in tegenstelling tot de appels van de zwaardere delen.

3.5.2. Variatie in bodemtype

Er is een tendens dat percelen met variatie in het bodemtype (d.w.z. er zijn zwaardere en lichtere delen in het perceel) gevoeliger zijn voor IBE dan homogene percelen (tabel 6). Deze tendens is er in 1997 niet.

Tabel 6. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij percelen zonder variatie in bodemtype (homogeen) en percelen met variatie in bodemtype (heterogeen), in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
homogeen perceel	22	13 (59%)	20	4 (20%)
heterogeen perceel	20	17 (85%)	22	6 (27%)
P-waarde		0,06		0,58

3.5.3. pH

Uit bijlage C blijkt dat het optreden van IBE geen correlatie vertoont met de pH van het perceel.

3.6. Breedwerpige bemesting

3.6.1. Stikstof

Tabel 7. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge stikstofgift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE(%)
lage N-gift: < 60 kg/ha	18	10 (56%)	21	6 (29%)
hoge N-gift: > 60 kg/ha	18	14 (78%)	21	4 (19%)
P-waarde		0,16		0,47

In tabel 7 is te zien dat er in 1996 een tendens is dat bij een hoge stikstofgift meer IBE optreedt. In 1997 is er geen tendens aanwezig.

3.6.2. Kalium

Tabel 8. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge kaliumgift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
lage K-gift: < 142 kg/ha	18	14 (78%)	17	5 (29%)
hoge K-gift: > 150 kg/ha	21	12 (57%)	25	5 (20%)
P-waarde		0,17		0,48

In tabel 8 is te zien dat er in 1996 een tendens is dat bij een lage kaliumgift meer IBE optreedt. In 1997 is er geen tendens.

3.6.3. Fosfaat

Het optreden van IBE heeft geen correlatie met de hoeveelheid gestrooid fosfaat. Zie hiervoor tabel 1 (bijlage D).

3.6.4. Overige meststoffen

Voor wat de overige breedwerpige bemesting (Ca, Mg en S) betreft: deze meststoffen worden bij de meeste bedrijven niet breedwerpig toegepast en daarom is het niet goed mogelijk om daar conclusies aan te verbinden. Voor de tabellen zie bijlage D.

3.7. Dracht

Uit tabel 9 blijkt dat er in 1996 een duidelijk verband bestaat tussen de dracht van de bomen en het optreden van IBE. Bij een geringe tot matige dracht treedt er in alle gevallen van deze enquête IBE op. In 1997 is juist sprake van een tegengestelde tendens.

Tabel 9. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij geringe-matige dracht en bij normale-zware dracht, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geringe-matige dracht	13	13 (100%)	23	4 (17%)
normale-zware dracht	31	18 (58%)	23	8 (35%)
P-waarde		0,05		0,18

3.8. De maat van de appels

In bijlage E is de correlatie tussen de maat van de appel en het optreden van IBE te lezen. Hieruit blijkt dat de maatverschillen tussen de waarnemingen onderling niet gecorreleerd zijn met IBE. De telers merken echter wel op dat bij de partijen appels waarin inwendig bruin is opgetreden, vooral de grotere appels IBE vertonen.

3.9. Ouderdom van de boom

Uit tabel 10 blijkt dat er een tendens is, dat er vaker IBE optreedt bij bomen van maximaal 5 jaar oud, dan bij oudere bomen. In 1997 is er geen tendens.

Tabel 10. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij bomen van diverse ouderdom, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
0-5 jaar oud	16	14 (88%)	16	5 (31%)
6-7 jaar oud	13	6 (45%)	17	4 (24%)
> 7 jaar oud	16	11 (69%)	14	4 (29%)
P-waarde		0,06		0,88

3.10. Groeikracht

Uit bijlage F blijkt dat er geen effect is van groeikracht op het optreden van IBE.

3.11. Bewaring

Telers noemen diverse bewaarfactoren die mogelijke een rol spelen bij het ontstaan van IBE.
De periode van inkoelen, de periode van het op laag zuurstof brengen van de cel en het vochtverlies zijn veelal moeilijk te achterhalen. Ik beperk me hier daarom tot de bewaarduur en de celcondities zoals O_2-concentratie, CO_2-concentratie en temperatuur.

3.11.1 Bewaartemperatuur

Uit bijlage G blijkt dat er geen effect is gevonden van temperatuur tijdens de bewaring op het optreden van IBE.

3.11.2. O_2-concentratie

Tabel 11. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge O_2-concentraties, in de bewaring van 1996/1997 en 1997/1998.

	1996/1997		1997/1998	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
% $O_2 \leq 1,25$	13	12 (92%)	17	5 (29%)
% $O_2 > 1,25$	13	9 (69%)	15	4 (27%)
P-waarde		0,14		0,86

Uit tabel 11 blijkt dat er in 1996 een tendens is dat bij een O_2-percentage lager dan 1,25 er meer IBE optreedt.

3.11.3. CO_2-concentratie

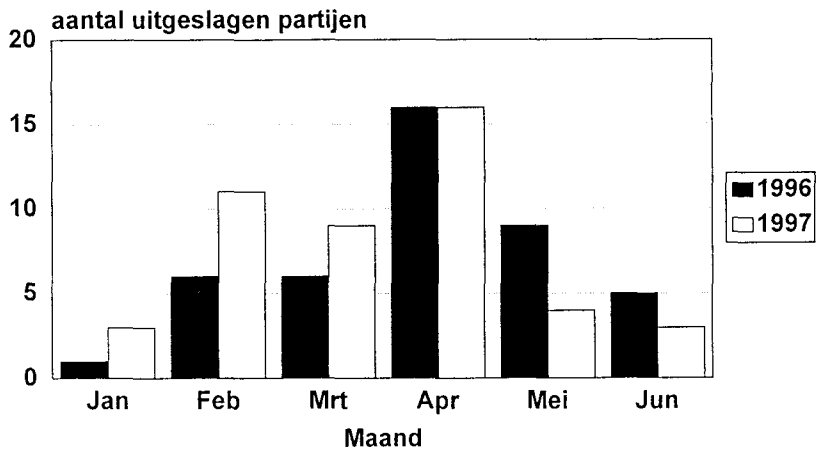
Tabel 12. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge CO_2-concentraties, in de bewaring 1996/1997 en 1997/1998.

	1996/1997		1997/1998	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
%$CO_2 \leq 2,5$	14	10 (71%)	13	3 (23%)
%$CO_2 > 2,5$	12	11 (92%)	19	6 (32%)
P-waarde		0,19		0,60

Uit deze tabel blijkt dat er een tendens is dat bij een CO_2-concentratie hoger dan 2,5% de kans groter is dat er IBE optreedt. In 1997 is er geen tendens.

3.11.4. Bewaarduur

De telers geven aan dat ze, om een herhaling van het probleem van IBE te voorkomen, in 1997 eerder hebben geruimd. Dit blijkt ook uit figuur 1. In deze figuur is te zien dat onder de geënquêteerde telers de piek van het aantal uitgeslagen partijen in 1996 in april en mei lag; in 1997 lag de piek in februari, maart en april.



Figuur 1. Het aantal uitgeslagen partijen per maand van alle geënquêteerde telers samen, voor 1996 en 1997.

In bijlage H is te zien dat er noch in 1996, noch in 1997 een significant verschil is in optreden van IBE bij partijen die vroeg of laat worden geruimd.
Uit tabel 13 blijkt dat in 1996 al in februari verhoudingsgewijs veel partijen met inwendig bruin voorkomen (Elstar). In april en mei zijn de meeste uitslagen. Vanaf februari treedt er veel IBE op.

Tabel 13. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot), per maand (januari t/m juni), in de bewaring 1996/1997 en 1997/1998.

	1996/1997		1997/1998	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
Jan	1	0 (0%)	3	0 (0%)
Feb	6	6 (100%)	11	1 (9%)
Mrt	6	4 (67%)	9	3 (33%)
Apr	16	8 (50%)	16	6 (38%)
Mei	9	7 (78%)	4	0 (0%)
Jun	5	5 (100%)	3	2 (67%)

In 1997 zijn in februari, maart en april de meeste partijen geruimd. Ten opzichte van 1996 is er dus vroeger geruimd. Vanaf maart en april treedt het meeste IBE op.

3.12. Snoeien

Noch de mate van wintersnoei, noch de mate van zomersnoei, noch de mate van wortelsnoei heeft volgens de resultaten van deze enquête effect op het ontstaan van IBE. Zie hiervoor de tabellen 1,2 en 3 (bijlage I).

3.13. Onderstam

Er is geen verschil in optreden van IBE tussen Elstar en Jonagold op M9 en M27. Zie hiervoor tabel 4, bijlage J.

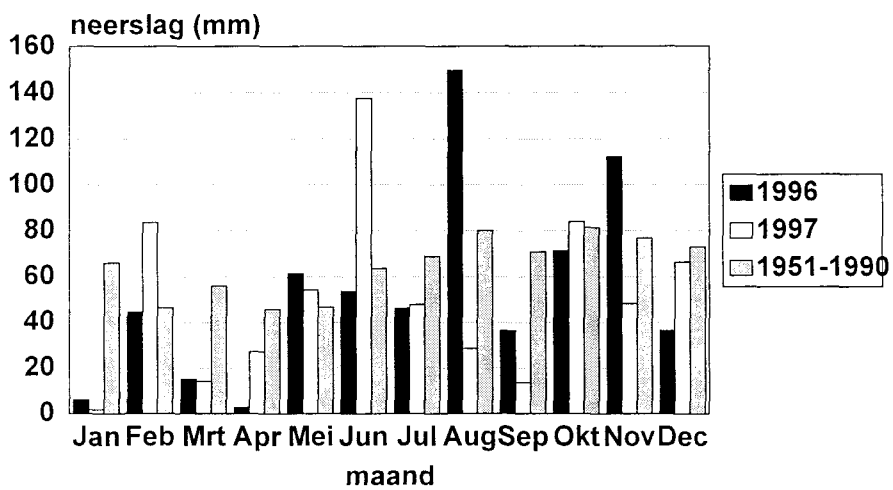
4. Discussie

4.1. Jaar

In het seizoen 1996/1997 is er duidelijk veel meer IBE opgetreden dan in 1997/1998. Hierin kan meespelen, dat veel telers aangeven dat ze in 1998 eerder hebben geruimd dan in 1997, om herhaling van het probleem van IBE te voorkomen. Daarnaast speelt mogelijk het klimaat een rol bij het ontstaan van IBE.

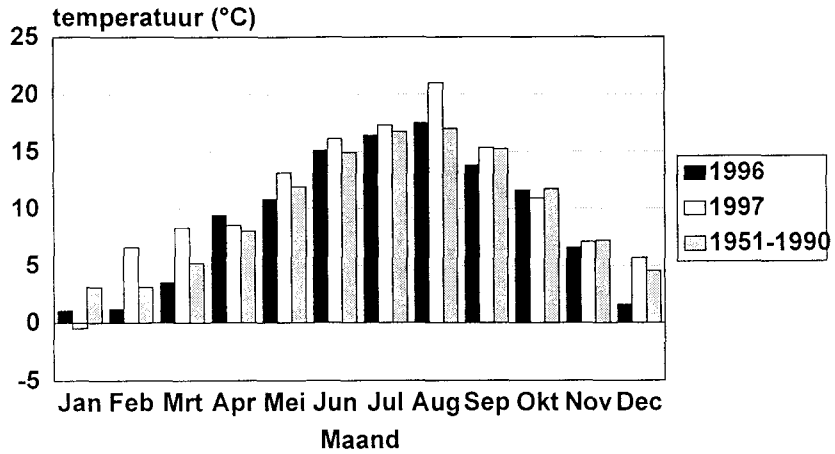
4.1.1. Neerslag

Neerslag wordt als een mogelijke factor genoemd in het onstaan van IBE.
Figuur 2 en 3 laten de neerslag en de gemiddelde temperatuur over 1996 en 1997 ten opzichte van normaal (gemiddelde over de periode 1951-1990) zien (Wagenmakers, 1996, 1997). Data zijn verkregen uit de metingen te Wilhelminadorp.
De opname van stikstof vanuit de bodem (voorzover samenhangend met vochtschommelingen) is het meest intensief in mei en september. Na een droge zomer gevolgd door regen aan het einde van het groeiseizoen kan in korte tijd veel opneembaar stikstof beschikbaar zijn, wat aanleiding kan zijn tot een lang doorgaande scheutgroei, een te hoge blad/vrucht-verhouding en een ongunstige K/Ca-verhouding in de vrucht. Dit verhoogt het risico op fysiologisch bewaarbederf (Tromp e.a., 1976)
In 1996 heeft het in mei meer dan normaal geregend (figuur 2). In augustus 1996 heeft het buitensporig veel geregend. Een kwart van de totale neerslag van 1996 viel in die maand. In 1997 viel er in juni erg veel regen, maar de overige maanden was het droger dan normaal. Het is daarom mogelijk dat de perioden van regen in 1996 bevorderlijk geweest zijn voor het optreden van IBE.



Figuur 2. Totale neerslag (mm) per week, in 1996, 1997 en gemiddeld over de periode 1951-1990

4.1.2. Temperatuur



Figuur 3. Gemiddelde temperatuur (°C) per maand, voor 1996, 1997 en gemiddeld over de periode 1951-1990.

Temperatuur wordt als een mogelijke factor genoemd in het onstaan van IBE.
Uit figuur 3 kan het volgende worden afgeleid:
- 1996: april was zacht, mei was koud, september was wat koud, maar de zomertemperaturen weken niet veel af van normaal.
-1997: april was koud; de maanden mei, juni en juli waren warm ten opzichte van normaal, en vooral augustus was warm.
Indien IBE een vorm van LTB is, dan zouden de volgende opties van toepassing kunnen zijn:
a. een koude, natte zomer zou de kans op LTB verhogen (Johnson, 1989). 1996 kan niet een koude natte zomer worden genoemd; dit is dus waarschijnlijk geen reden zijn voor het optreden van IBE in 1996.
b. warm droog weer in de laatste 4 weken voor de oogst zou de kans op LTB reduceren (West, 1930). De laatste 4 weken voor de oogst zijn inderdaad in 1997 warm en droog geweest ten opzichte van normaal. In 1996 was het wel warm, maar erg nat in de laatste 4 weken voor de oogst. Mogelijk is dus het warme weer in de 4 weken voor de oogst in 1997 de oorzaak geweest voor de lage gevoeligheid van de appels voor IBE.

4.2. Ras

In 1996 is significant vaker IBE opgetreden bij de rode mutanten van Elstar dan bij Standaard Elstar.
Fruittelers noemen dat de rode mutanten vaak zwaarder zijn aangetast (d.w.z.: een groter deel van de partij) dan de Standaard Elstar. Ook wordt genoemd dat de bloskant van de appel vaak zwaarder is aangetast dan de groene kant. Het is bekend dat de appel aan de bloskant eerder afleeft. Aan de bloskant ontvangt de appel het meeste licht. Mogelijk is er een correlatie met het vitamine-C-gehalte van de appel: vitamine-C breekt af onder invloed van licht (Albrigo and Childers, 1970). Vitamine-C is een antioxidant en kan mogelijk bruinverkleuring in appelweefsel tegengaan.

Een andere oorzaak van de grotere gevoeligheid voor IBE van de rode mutanten kan zijn dat, naast een mutatie voor rodekleur, er ook bewaareigenschappen gemuteerd zijn. Voor deze hypothese is er echter nog geen bewijs gevonden. Dit kan ook per mutant verschillen.
De leeftijd van de mutanten speelt mogelijk ook een rol. Zoals uit paragraaf 3.9 is gebleken, is er een tendens dat er vaker IBE optreedt bij jongere bomen. In het algemeen is de aanplant van rode mutanten jonger dan de aanplant van Standaard Elstar. Uit tabel 14 blijkt dat ook in de waarnemingen van deze enquête de rode mutanten van Elstar in het algemeen jonger zijn dan de Standaard Elstar. Mogelijk moet een deel van de verklaring voor het grotere optreden van IBE bij de rode mutanten gezocht worden in de leeftijd van de mutanten. Procentueel gezien treedt er in 1996 veel IBE op bij zowel Standaard Elstar van 0-5 jaar oud, als bij de rode mutanten van 0-5 jaar oud.

Tabel 14. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot), voor Standaard Elstar en de rode mutanten (Red Elstar en Elshof), en drie verschillende leeftijdsklassen, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
St. Elstar, 0-5 jr.	5	5 (100%)	1	0 (0%)
R. mutant, 0-5 jr.	13	11 (85%)	21	4 (19%)
St. Elstar, 6-7 jr.	22	11 (50%)	7	4 57%)
R. mutant, 6-7 jr.	6	6 (100%)	8	3 (38%)
St. Elstar, > 7 jr.	3	2 (67%)	12	4 (33%)
R. mutant, > 7 jr.	0	0 (-)	0	0 (-)

4.3. Dichtheid van de boom

Uit de resultaten blijkt dat er een tendens is, dat bij appels van een open gewas vaker IBE optreedt. Appels van een open gewas zullen gemiddeld meer licht ontvangen dan appels van een gesloten gewas. Dit kan nog een aanwijzing zijn dat de hoeveelheid direct licht op de vrucht een rol speelt bij het optreden van IBE.

4.4. Plukken

4.4.1 Pluktijdstip

Het is algemeen bekend dat naarmate een appel later, dus rijper, wordt geplukt, de mogelijkheid om de appel lang te bewaren afneemt. Meestal wordt alleen de 1^{e} pluk lang bewaard, omdat deze appels het minst rijp zijn ten opzichte van appels van latere plukken. Bij Cox's Orange Pippin resulteerde een vroegere pluk van de appels in een lichtere aantasting van LTB (Wilkinson, 1967). Indien IBE een vorm van LTB is, zou je verwachten, dat naarmate het pluktijdstip later is, er meer IBE optreedt. Echter, er is in

de resultaten van deze enquête niet aangetoond dat appels die later worden geplukt, meer IBE vertonen.

4.4.2. Het aantal plukken

Er is geen verschil in het optreden van IBE bij het plukken van een partij appels in één pluk of in meerdere plukken (=doorplukken). De verwachting zou zijn dat naarmate het aantal plukken toeneemt, de kans op IBE afneemt. Reden daarvoor zou zijn dat de partij appels die in één keer wordt geplukt gemiddeld genomen rijper is, dan de partij appels die in meerdere keren wordt geplukt, omdat de teler meestal wacht met plukken totdat er voldoende rodekleur is in de partij. Uit vergelijking van de gemiddelde datum van de 1e pluk bij één pluk of bij doorplukken blijkt (zie tabel 15), dat er in 1996 geen verschil is in startdatum. Er is dus ook geen effect te verwachten van het aantal plukken. In 1997 zou er wel een effect kunnen optreden, gezien het feit dat het tijdstip van de 1e pluk van één pluk tenminste 1 week later is dan het tijdstip van de 1e pluk van doorplukken. Echter, ook in 1997 treedt er geen effect op.

Tabel 15. Het gemiddelde tijdstip (dagnummer) van de 1e pluk bij 1 pluk of meer plukken, voor 1996 en 1997.

	1996	1997
	tijdstip 1e pluk	tijdstip 1e pluk
1 pluk	265	266
2 plukken	264	256
3 plukken	264	260
4 plukken	266	256

4.5. Bodemtype

Er is een tendens is dat op zwaardere bodems de kans groter is dat IBE optreedt. Dit lijkt in tegenspraak met het volgende feit: bij één bedrijf is er een duidelijk verband tussen een lichter bodemtype en het ontstaan van IBE. Deze teler heeft de appels van de zandbanen in zijn perceel gescheiden bewaard van de appels van de zwaardere delen (34 % afslibbaar) in zijn perceel. Bij de uitslag bleek dat de appels van de zandbaan voor een groot deel inwendig bruin waren, in tegenstelling tot de appels van de zwaardere delen. Dat appels van lichte grond meer bewaarmoeilijkheden geven dan appels van zware grond is ook bekend uit de literatuur (Tromp e.a., 1976).
Er is een tendens dat op percelen met variatie in het bodemtype (d.w.z. er zijn zwaardere en lichtere delen in het perceel) meer IBE optreedt dan op homogene percelen. Mogelijk zou het zo kunnen zijn dat op zwaardere gronden als gevolg van de heterogeniteit van de percelen toch de appels van lichtere delen verantwoordelijk zijn voor het optreden van IBE. Dat dit niet zo hoeft te zijn, blijkt uit tabel 16: bij vergelijking van homogene percelen, komt er ook meer IBE voor op zwaardere gronden.

Tabel 16: Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot), voor zware en lichte, en homogene en heterogene bodems, in de bewaring 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
lichte bodem, homogeen	7	1 (14%)	6	0 (0%)
zware bodem, homogeen	14	11 (79%)	13	4 (31%)
lichte bodem, heterogeen	13	11(85%)	15	3 (20%)
zware bodem, heterogeen	5	5(100%)	4	2 (50%)

4.6. Breedwerpige bemesting

4.6.1. Stikstof

Vanuit de literatuur is bekend dat een hoog gehalte aan stikstof de kans op LTB vergroot (Johnson, 1989). Dit correspondeert met het gevonden resultaat: hoge stikstofgiften leiden tot meer optreden van IBE. Een hoog stikstofgehalte leidt ook tot een sterkere groei van boom en de vruchten (Rease and Drake, 1997). Echter, uit bijlage F blijkt er geen relatie te zijn tussen mate van groei van de bomen en het optreden van IBE.
Wat de vruchten betreft kan het volgende worden opgemerkt: de telers geven aan dat IBE eerder en vaker optreedt in de grotere vruchten. Mogelijk loopt die relatie via de stifstofgift: een hogere stikstofgift leidt tot grotere vruchten en dit leidt ertoe dat de hoeveelheid Ca in de vrucht wordt verdund (Perring and Jackson, 1975). Dit kan dan de directe oorzaak zijn van bewaarproblemen.
Een hoog stikstofgehalte is ook ongunstig voor de rode kleur (Tromp e.a., 1976). Gezien de opmerkingen van veel telers dat de vruchten slecht kleurden in de periode voor de oogst, kan dit naast een gevolg van hoge temperatuur, ook een gevolg zijn van een hoog stikstofgehalte in de vruchten.

4.6.2. Kalium

In 1996 is er een tendens, dat bij een lage kaliumgift meer IBE optreedt.
In de literatuur wordt echter algemeen een hoog kaliumgehalte in de vrucht negatief genoemd voor de bewaarkwaliteit van appels. Dit heeft te maken met de K/Ca-verhouding in de vrucht: hoe hoger het kaliumgehalte, hoe hoger de K/Ca-verhouding, waardoor de rijpingssnelheid van de vruchten toeneemt en de vruchten gevoeliger worden voor bewaarziekten (Tromp e.a., 1976). Er is echter ook literatuur waarin juist een laag kaliumgehalte LTB veroorzaakt (Perring, 1968). In het algemeen is het moeilijk om iets te zeggen over de relatie tussen kaliumgift en kaliumopname door de plant. Naast de kaliumgift zijn namelijk ook voor opname belangrijk de oorspronkelijk kaliumvoorraad in de bodem, de kaliumfixatie en het vochtgehalte in de bodem. Om te weten te komen wat de rol is van kalium in het ontstaan van IBE kan er beter worden gekeken naar het kaliumgehalte in de vrucht bij de oogst.

4.6.3. Fosfaat

Vruchten met een laag fosfaatgehalte zijn meer gevoelig voor LTB (Letham, 1961, 1969; Montgomery and Wilkinson, 1962). Johnson (1978) vond dat een verhoging van de fosfaatconcentratie in Cox O.P. appels een afname van LTB tot gevolg heeft. Indien IBE een vorm van LTB is, zou je verwachten dat naarmate er meer fosfaat wordt gestrooid, het optreden van IBE afneemt. Echter, de resultaten laten zien dat er geen effect is van de hoeveelheid gestrooid fosfaat op het optreden van IBE. Òf er is steeds voldoende fosfaat beschikbaar geweest voor de vruchten, òf de hoeveelheid fosfaat is geen factor bij het ontstaan van IBE. Om te weten te komen wat de rol is van fosfaat in het ontstaan van IBE kan er ook beter worden gekeken naar het fosfaatgehalte in de vrucht bij de oogst.

4.7. Dracht en maat van de appels

Bij een geringe tot matige dracht treedt er in alle waarnemingen van deze enquête IBE op. In 1997 is er een tegengestelde tendens. Een geringe tot matige dracht leidt ertoe dat de appels gemiddeld genomen groter zijn dan bij een normale tot zware dracht.
De telers geven aan dat meestal de grotere appels (en de rodere appels) uit een partij inwendig bruin vertonen. Grotere vruchten leidt ertoe dat de hoeveelheid Ca in de vrucht wordt verdund (Perring and Jackson, 1975). Dit kan tot bewaarproblemen leiden. Mogelijk heeft in 1996 het lagere drachtniveau van de bomen en dientengevolge de grovere maat van de appels geleid tot een grotere gevoeligheid van de appels voor het optreden van IBE.

4.8. Ouderdom van de bomen

Bij bomen van maximaal 5 jaar oud treedt er meer IBE op. Dit strookt met het feit dat vruchten van jonge bomen een grotere gevoeligheid hebben voor LTB. Dit wordt verklaard uit het feit dat jonge bomen in de groei zijn en daarom veel elementen gebruiken voor groei van bladeren, stam en wortels. Het fruit van jonge bomen heeft meestal een hoog N-gehalte en een laag Ca-gehalte, waardoor het fruit gevoeliger is voor LTB (Sharples, 1973).

4.9. Groeikracht

Sterke groei van de bovengrondse delen leidt tot een competitie om voedingsstoffen tussen vruchten en blad. In het algemeen zal dit leiden tot minder beschikbaar Ca voor de vrucht en daarmee een verhoogde gevoeligheid voor LTB. Het optreden van IBE is in de resultaten echter niet gecorreleerd met een sterke groei van de boom.

4.10. Bewaring

4.10.1. Bewaartemperatuur

LTB treedt op bij langdurige opslag beneden een bepaalde kritische temperatuur (Tomkins, 1966). Indien IBE een vorm van LTB is, zou je verwachten dat naarmate de bewaartemperatuur lager is, het optreden van IBE toeneemt.
Echter, de resultaten laten zien dat er geen verschil is in het optreden van IBE bij temperaturen lager dan 1,3 °C en hoger dan 1,3 °C. De laagste temperatuur waarbij de appels bewaard zijn geweest bij de telers in deze enquête was 1 °C. Het is mogelijk dat indien appels bij een celtemperatuur lager dan 1 °C worden bewaard, het optreden van IBE toeneemt.

4.10.2. O_2-concentratie en CO_2-concentratie

Bij een lager O_2-percentage en een hoger CO_2-percentage treedt er meer IBE op. Het is vrij algemeen dat er meer bewaarafwijkingen ontstaan bij lagere O_2-percentages en hogere CO_2-percentages.

4.10.3. Bewaarduur

In het algemeen nemen de bewaarproblemen van appels toe, naarmate de bewaring langer duurt. In de resultaten komt naar voren dat de verschillen tussen lang en kort bewaren niet significant zijn. Een verklaring kan zijn, dat de grens tussen lang en kort bewaren bij de verwerking van de gegevens niet zodanig is, dat er verschillen zichtbaar worden. Indien bijvoorbeeld de grens tussen lang en kort bewaren bij februari wordt gelegd, levert dat mogelijk een ander beeld op; echter, in deze enquête zijn te weinig telers geënquêteerd die vóór februari hun appels hebben geruimd vanuit CA-bewaring. Op basis van de resultaten van deze enquête kan niet worden gesteld dat langer bewaren tot meer IBE leidt.

4.11. Snoeien

Sterke snoei in de winter kan tot sterke scheutgroei leiden en daardoor tot een laag Ca-gehalte in de vrucht en dus tot LTB (Sharples, 1973). Snoeien in de zomer kan positief zijn voor de fruitkwaliteit doordat dit tot hogere Ca-gehalten in de vrucht leidt en dus tot minder LTB (Sharples, 1973). Uit de resultaten komt naar voren, dat noch wintersnoei, noch zomersnoei, noch wortelsnoei effect heeft op het optreden van IBE.

4.12. Onderstam

Elstar op M27 vertoont een zwakkere groei dan Elstar op M9 (Tromp e.a., 1976). Dit leidt ertoe dat vruchten van Elstar op M27 in de praktijk kleiner zijn, het gewas meer open is en vaak een hogere vruchtdracht heeft (Tromp e.a., 1976). Deze laatste twee factoren hebben een tegengesteld effect op het optreden van IBE, zoals uit de resultaten is gebleken. Een open gewas kan tot meer IBE leiden, een hogere vruchtdracht kan tot minder IBE leiden. Uit de resultaten blijkt dat er geen verschil is in optreden van IBE tussen Elstar en Jonagold op M9 en M27. Mogelijk speelt hier een rol dat er te weinig waarnemingen in de enquête zijn geweest van Elstar op M27: 5 op M27 tegenover 42 op M9.

5. Conclusies

Uit de resultaten van de enquête komen drie factoren naar voren die een significante relatie vertonen met het optreden van IBE.
Ten eerste is in het seizoen 1996/1997 duidelijk meer IBE opgetreden dan in het seizoen 1997/1998. Deels kan dit veroorzaakt zijn door het feit dat veel telers in 1997/1998 hun Elstar vroeger hebben geruimd; deels wordt een verklaring gevonden in het verschil in klimaat tussen het teeltseizoen 1996 en 1997. Hierbij is opgevallen dat 1996 zich heeft gekenmerkt door een droge zomer, gevolgd door een natte augustusmaand. Dit laatste wordt vaak genoemd als oorzaak van bewaarproblemen.
Ten tweede is gebleken dat IBE vaker en in sterkere mate optreedt bij de rode mutanten van Elstar (Red Elstar en Elshof). Er is geen verklaring voorhanden voor deze waarneming.
Ten derde is gebleken dat bij appels van bomen met een geringe-matige dracht vaker IBE optreedt. Het is mogelijk, dat als gevolg van een matige dracht de appels grover zijn, een lager Ca-gehalte hebben en dientengevolge gevoeliger zijn voor IBE.

Een aantal teeltfactoren liet een tendens zien in een bepaalde richting. Bij een open gewas, jonge bomen (leeftijd 5 jaar en jonger), zwaardere bodems, hoge stikstofgiften en lage kaliumgiften trad er vaker IBE op. Ondanks de verwachting dat latere pluktijdstippen tot een hogere gevoeligheid voor IBE zou leiden, is er geen relatie gevonden tussen pluktijdstip en het optreden van IBE.

Wat de factoren van de bewaarcondities betreft: er is een tendens dat in de CA-bewaring bij lagere O_2-concentraties en hogere CO_2-concentraties meer IBE optreedt. In tegenstelling tot wat men zou verwachten, is er geen relatie gevonden tussen bewaartemperatuur en het optreden van IBE en tussen bewaarduur en het optreden van IBE.

Literatuur

Albrigo, L.G. and Childers, N.F., (1970). Peel flavonols and their relationship to superficial scald in Stayman's apples. J. Amer. Soc. Hort. 95: 798-800.

Wagenmakers, P.S., 1996. Weer en bloei. In: Jaarverslag FPO 1996, blz. 14-15

Wagenmakers, P.S., 1997. Weer en bloei. In: Jaarverslag FPO 1997, blz. 16-17

Johnson, D.S. and Yogaratnam, N. (1978). The effects of phosphorus sprays on the mineral composition and storage quality of Cox's Orange Pippin apples. J. Hort. Sc. (1978) 53, (3) 171-178.

Johnson D.S., e.a., (1989), Meteorological and nutritional data used to predict low temperature breakdown in stored bramley's seedling apples. Acta Horticulturae 258, blz. 455-464.

Letham, D.S., (1961). Influence of fertilizer treatment on apple fruit composition and physiology. I. Influence on respiration rate and contents of nitrogen, phosphorus, and titratable acidity. Australian Journal of Agricultural Research 12, 600-611.

Letham, D.S., (1969). Influence of fertilizer treatment on apple fruit composition and physiology. II. Influence on respiration rate and contents of nitrogen, phosphorus, and titratable acidity. Australian Journal of Agricultural Research 20, 1073-1085.

Meheriuk M., e.a., (1982). Postharvest disorders of apples and pears. Ottawa. Research Branch, Western Region Headquarters, Agriculture Canada Publication 1737/E, blz. 14-16

Montgomery, H.B.S. and Wilkinson, B.G., (1962). Storage experiments with Cox's Orange Pippin apples from a manurial trial. Journal of Horticultural Science 37, 150-158.

Perring, M.A. (1968). Recent work at the Ditton Laboratory on the chemical composition and storage characteristics of apples in relation to orchard factors. Report of the East Malling Research Station for 1967, 191-198.

Perring, M.A. and Jackson, C.H., (1975). The mineral composition of apples. Calcium concentration and bitter pit in relation to mean mass per apple. J. Sci. Food Agric. 20: 1493-1502.

Rease, J.T. and Drake, S.R., (1997). Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji'apples. J. of Plant Nutrition 20 (12), 1797-1809.

Sharples, R.O., (1973). Orchard and climatic factors. In: the biology of apple and pear storage, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, blz. 173-225.

Tomkins R.G., (1966). The choice of conditions for the storage of fruit and vegetables. Annual Report East Malling Res. Stat. for 1965, blz. 60-66.

Tromp, J. e.a., (1976), Grondslagen van de fruitteelt, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, Blz. 68, 70, 151, 248, 289, 334.

West C., (1930). Effect of climatic conditions upon the storage life of apples. Rep. Food Invest BD. 1929 DSIR London 52-4.

Wilkinson, B.G., and Sharples, R.O., (1967). The relation between time of picking and storage disorders in Cox's Orange Pippin apple fruits. J. Hort. Sci. 42: 67-82.

Bijlage A.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij diverse rassen, 1996 en 1997 en deze twee jaren samengenomen.

Jaar	1996		1997		*totaal (1996+1997)*	
IBE	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)	*Ntot*	*IBE (%)*
Standaard Elstar	29	17 (59%)	29	8 (28%)	*58*	*25 (43%)*
Red Elstar	4	4 (100%)	5	1 (20%)	*9*	*5 (56%)*
Elshof	10	8 (80%)	10	4 (40%)	*20*	*12 (60%)*
Golden Delicious	3	3 (100%)	1	0 (0%)	*4*	*3 (75%)*
Standaard Jonagold	1	1 (100%)	1	0 (0%)	*2*	*1 (50%)*
King Jonagold	1	1 (100%)	1	0 (0%)	*2*	*1 (50%)*
rode mutant Elstar	0	0 (-%)	1	0 (0%)	*1*	*0 (0%)*
Jonagold D.C.	1	1 (100%)	1	0 (0%)	*2*	*1 (50%)*
Rode Boskoop	0	0 (-%)	1	1 (100%)	*1*	*1 (100%)*
Totaal	*49*	*35 (71%)*	*50*	*14 (28%)*	*99*	*49 (49%)*

Bijlage B

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij het aantal plukken per partij appels, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
1 en 2 plukken	19	15 (79%)	26	5 (19%)
3 en 4 plukken	25	16 (64%)	20	7 (35%)
P-waarde		0,28		0,23

Bijlage C.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge pH, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
pH ≤ 6,8	18	12 (67%)	19	6 (32%)
pH > 6,8	19	13 (68%)	22	6 (27%)
P-waarde		0,91		0,76

Bijlage D.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge P-gift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
lage P-gift: ≤ 20 kg/ha	18	13 (72%)	24	7 (29%)
hoge P-gift: > 20 kg/ha	17	10 (59%)	18	3 (17%)
P-waarde		0,40		0,35

Tabel 2. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij wel en geen Ca-gift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geen Ca-gift	37	24 (65%)	43	11 (26%)
wel Ca-gift	2	2 (100%)	0	0
P-waarde		0,30		-

Tabel 3. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij wel en geen Mg-gift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geen Mg-gift	35	23 (66%)	40	10 (25%)
wel Mg-gift	4	3 (75%)	3	1 (33%)
P-waarde		0,71		0,75

Tabel 4. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij wel en geen S-gift, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geen S-gift	36	25 (69%)	42	12 (29%)
wel S-gift	4	1 (25%)	3	1 (33%)
P-waarde		0,08		0,86

Bijlage E.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij klein-normale en grove appels, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
klein-normaal	28	20 (71%)	18	5 (28%)
grof	15	11 (73%)	26	7 (27%)
P-waarde		0,89		0,95

Bijlage F.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij geringe - normale en sterke groei van de bomen, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geringe - normale groei	23	15 (65%)	22	8 (36%)
sterke groei	21	16 (76%)	23	4 (17%)
P-waarde		0,43		0,15

Bijlage G. Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij lage en hoge temperatuur in de ULO-bewaring, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
Temperatuur ≤ 1,35 °C	12	10 (83%)	15	3 (20%)
Temperatuur > 1,35 °C	14	11 (79%)	17	6 (35%)
P-waarde		0,76		0,34

Bijlage H.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij vroege en late uitslag, in de bewaring 1996 en 1997.

	Ntot	IBE (%)	P-waarde
uitslagdatum vóór 27 april 1996	22	16 (73%)	0,67
uitslagdatum na 27 april 1996	21	14 (67%)	
uitslagdatum vóór 8 maart 1997	23	4 (17%)	0,18
uitslagdatum na 8 maart 1997	23	8 (35%)	

Bijlage I.

Tabel 1. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij wel of geen toepassen van zomersnoei, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geen zomersnoei	11	9 (82%)	8	2 (25%)
wel zomersnoei	33	22 (67%)	38	10 (26%)
P-waarde		0,34		0,94

Tabel 2. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij wel of geen toepassen van wortelsnoei, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geen wortelsnoei	26	19 (73%)	28	9 (32%)
wel wortelsnoei	18	12 (67%)	17	3 (18%)
P-waarde		0,65		0,29

Tabel 3. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij geringe, normale en sterke wintersnoei, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
geringe wintersnoei	11	7 (64%)	8	1 (13%)
normale wintersnoei	19	14 (74%)	21	7 (33%)
sterke wintersnoei	14	10 (71%)	17	4 (24%)
P-waarde		0,84		0,50

Bijlage J.

Tabel 4. Het aantal waarnemingen met IBE (tussen haakjes in procenten) ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen (Ntot) bij onderstam M9 en M27, in 1996 en 1997.

	1996		1997	
	Ntot	IBE (%)	Ntot	IBE (%)
M9	40	27 (68%)	42	12 (29%)
M27	5	4 (80%)	5	1 (20%)
P-waarde		0,57		0,69

Bijlage K.

Vragenlijst met betrekking tot inwendige bruinverkleuring Elstar en Jonagold

Datum:
Naam:
Telersnummer:
Adres:
Postcode + Plaats:

Perceelsnaam/nummer
.....

Plantjaar	.....
Onderstam	M9 / M27 / .....
Tussenstam	.....
Ras	Elstar / Jonagold (omcirkel het ras)
Welke mutanten zijn er aangeplant?	.....
Aantal bomen per ha	.....
Plantverband	enkel rij / twee rijen / drie rijen / ... rijen
Plantsysteem	.....
Plantafstanden	
grasbaanbreedte	..... cm
tussen de rijen	..... cm
op de rijen	..... cm
Boomhoogte	..... cm
Boomdiameter	..... cm
Boomvorm:	kegel ⋀ / parabool ∩ / cylinder ⊓
Takdichtheid:	open / normaal / dicht / zeer dicht (na afsluiten van de groei)
Wintersnoei:	gering / normaal / sterk
waarom:	.....
Zomersnoei:	ja / nee
Zo ja, wanneer:	.....
Wortelsnoei:	ja / nee
Indien ja, afstand tot de boom:	..... cm
Mate van groei:	zwak / matig / sterk
Vruchtdunning:	niet / weinig / normaal / veel

Chemische dunning en/of handdunning
Indien chemisch gedund: welk middel(en) is(zijn) gebruikt?
.....

Dracht:	slecht / matig / goed / te zwaar
Variatie dracht van boom tot boom:	wisselend / gelijkmatig
Dracht vorig teeltseizoen:	slecht / matig / goed / te zwaar
Variatie dracht van boom tot boom:	wisselend / gelijkmatig
Opbrengst (ton/ha)	..... (geschat?)

Beregening gebruikt: niet / zelden / regelmatig / vaak
Indien ja: hoeveel keer in het groeiseizoen: .....
Wanneer: .....
Met welk doel: .....
Fertigatie gebruikt ja / nee
Zo ja: welke oplossing? .....
In welke periode? .....
Welke type water is gebruikt: leidingwater / bronwater / slootwater
Bijzonderheden: .....

Bodemtype
1. Zand 0 - 10% afslibbaar
2. Lichte zavel 10-25% afslibbaar
3. Zware zavel 25-35% afslibbaar
4. Lichte klei 35-45% afslibbaar
5. Zware klei meer dan 45% afslibbaar

Bewortelingsdiepte (geschat): ..... cm
Draindiepte: .....
Drainafstand: .....
pH perceel ..... *(is dit geschat of gemeten?, waar gemeten, variatie in metingen?)*

Breedwerpige bemesting:

	Hoeveelheid	Hoe vaak per jaar	in welke maanden
Stikstof	.....kg N/ha	.....	.....
Fosfaat	.....kg P2O5/ha	.....	.....
Kali	.....kg K2O/ha	.....	.....
Kalk	.....kg Ca/ha	.....	.....
Magnesium	.....kg Mg/ha	.....	.....
.....	.....kg/ha	.....	.....

Indien uitgevoerd:

	Vruchtanalyse-uitslag:	Bladanalyse-uitslag	tijdstip van bladanalyse
Ca	.....	Ca.....	.....
K	.....	K.....	.....
N	.....	N.....	.....
Mg	.....	Mg.....	.....
P	.....	P.....	.....

(aan te geven als hoog/midden/laag, of met getallen)

Kwamen er afwijkingen voor in bladstand? Ja/nee
Zo ja, welke? .....
Welke maatregelen zijn er genomen? .....

Is er een Ethrelbehandeling uitgevoerd voor blos/vervroeging? Ja/nee
Zo ja, in welke dosering? .....

Bent u bekend met de verschijnselen van inwendige bruinverkleuring?
Ja/nee

Welke afwijkingen in de vrucht bent u op uw perceel tegengekomen:

- een lokale bruinverkleuring in het vruchtvlees	Ja/nee
- een smalle witte zone van 2-5 mm net onder de schil	Ja/nee
- een onscherpe overgang tussen gezond en bruin weefsel	Ja/nee
- bruinverkleuring van het klokhuis	Ja/nee
- bruinverkleuring van de vaatbundels	Ja/nee
- afwijkingen aan de buitenkant van de appel (bijv. ontkleuring schil)	Ja/nee
- de appel voelt sponsachtig aan bij samenknijpen van de vrucht	Ja/nee

- andere, nl. .....

Waar treedt het probleem op: - aan de bloskant/ aan de schaduwkant
- aan de neus- of aan de steelkant
- in de 1e, 2e of 3e pluk, of alle plukken
- bij gebloste of groene appels
- bij grove / normale / kleine appels

Welk percentage van de vruchten is aangetast? .....% (1e,2e of 3e pluk)

Hoe vaak is er geplukt? .....

			Hoeveelheid (%):
Maat 1e pluk:	klein / normaal / grof;	tijdstip 1e pluk.....;	1e pluk .....
Maat 2e pluk:	klein / normaal / grof;	tijdstip 2e pluk.....;	2e pluk .....
Maat 3e pluk:	klein / normaal / grof;	tijdstip 3e pluk.....;	3e pluk .....

Voorgaande jaren:

jaar	% bruin	dracht(a)	vruchtmaat(b)	overige bijzonderheden
1996	.....	.....	.....	.....
1995	.....	.....	.....	.....
1994	.....	.....	.....	.....
1993	.....	.....	.....	.....
1992	.....	.....	.....	.....
1991	.....	.....	.....	.....

(a): slecht / matig / normaal / goed
(b): klein / normaal /grof

Kunt u een relatie leggen tussen het optreden van bruinverkleuring en het klimaat in het teeltseizoen, dus bijv.
- een koude, natte herfst
- een warm, vroeg voorjaar
- .....
- .....

Op welke wijze is het fruit bewaard geweest: (1e, 2e en 3e pluk onderscheiden)
- aantal dagen tot inkoelen .....
- aantal dagen van inkoelen tot bereiken bewaartemperatuur: .....
- aantal dagen tot bereiken laag O2 .....
- bewaartemperatuur ..... °C
- % CO2 tijdens de bewaring .....
- % O2 tijdens de bewaring .....
- celgrootte ..... ton
- hoe koud wordt de verdamper t.o.v. de cellucht (= ΔT over de verdamper): .....
- hoe hoog zijn de temperatuurschommelingen die zijn opgetreden?.....

Wanneer was de uitslag? ..... (1e, 2e en 3e pluk onderscheiden)

Andere problemen
(bijv. kwamen vaak of juist zelden bepaalde ziektes voor, welke ziektes waren dat, waren er problemen met insekten, zo ja welke)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Welke bestrijdingsmiddelen en/of groeiregulatoren zijn gebruikt? (graag aangeven bijgaande op lijst)

Wat kan volgens u de oorzaak zijn van bruin in Elstar c.q. Jonagold?
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bent u eventueel bereid om op uw bedrijf praktijkproeven toe te laten, uit te voeren door het FPO, die tot doel hebben het probleem van bruin te voorkomen? Ja / nee
(Hiervoor wordt een vergoeding geboden, bovendien zullen maatregelen van dien aard zijn dat ze zo min mogelijk ingrijpen op de bedrijfsvoering.)