

1 JUNI 2020



BEWAARKWALITEIT INNOVATORS

RUBEN DE VISSER
OPDRACHTGEVER: AVIKO POTATO B.V.



1 JUNI 2020

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

BEWAARKWALITEIT INNOVATORS

RUBEN DE VISSER

OPDRACHTGEVER: AVIKO POTATO B.V.
OPLEIDING: AGROTECHNIEK & MANAGEMENT
AERES HOGESCHOOL
BEGELEIDER: PIET HAAK



Voorwoord

In het rapport wat voor u ligt vindt u het afstudeerwerkstuk over de bakkwaliteit van aardappelen van het ras Innovator. Ik heb deze scriptie geschreven voor het afronden van de studie Agrotechniek & Management aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Het vraagstuk waar dit rapport over geschreven is, is ingebracht door Aviko Potato te Dronten. Aviko Potato is de organisatie die de inkoop van aardappelen voor de fabrieken voor aardappelproducten van Aviko verzorgt. Bij Aviko hebben Matthijs Meijer en Erik Reijnierse mij begeleid in het opstellen van het onderzoek.

Ik wil mijn begeleider vanuit school, Piet Haak, bedanken voor alle hulp tijdens het schrijven van dit rapport. Daarnaast wil ik Matthijs Meijer en Erik Reijnierse van Aviko bedanken voor de goede begeleiding. Ook de buitendienst medewerkers; Marten Scheepsma, Manfred van 't Erve en Edwin Schrotenboer wil ik bedanken voor hun input tijdens het opstellen en uitvoeren van dit onderzoek. Voor hulp bij het uitvoeren van de bakkleurbeoordelingen en het ophalen van de monsters wil ik de keurmeester Jans Oldebeuving hartelijk bedanken.

Veel leesplezier,

Ruben de Visser



Samenvatting

Een groot deel van het Nederlandse aardappelareaal wordt gebruikt voor de verwerking tot friet. Voor de productie van friet is bakkleur één van de belangrijkste kwaliteitsaspecten. De bakkleur van friet moet in principe zo licht mogelijk zijn. Op het moment van oogsten zijn er over het algemeen geen kwaliteitsproblemen op het gebied van bakkleur. Wanneer aardappelen lang bewaard moeten worden, komt het echter voor dat de bakkleur te donker wordt. Elk jaar zijn er partijen die na lange bewaring afgekeurd moeten worden om een te donkere bakkleur.

Bij friet met een donkere bakkleur, ontstaat tijdens het bakproces acrylamide. Deze stof wordt gevormd uit reducerende suikers die voor het bakken aanwezig zijn in de knol. Indien er op het goede moment geoogst wordt, zitten er op dit moment geen reducerende suikers in de knol. De suikers zijn op dit moment alleen aanwezig in de vorm van zetmeel. Tijdens de bewaarperiode wordt zetmeel omgezet tot reducerende suikers, wat de donkere bakkleur geeft. Hoe snel en wanneer de omzetting plaatsvindt is afhankelijk van factoren uit de bewaring en het groeiseizoen.

Een belangrijk aardappelras wat gebruikt wordt voor de productie van friet is Innovator. Er zijn partijen van dit ras die na een lange bewaarperiode een te donkere bakkleur hebben, waardoor deze afgekeurd moeten worden. Welke factoren uit de bewaring of tijdens het groeiseizoen deze donkere bakkleur veroorzaken dit zijn, zijn nog niet goed te verklaren. Daarom luidt de hoofdvraag van dit onderzoek als volgt: ***Welke factoren hebben invloed op het verloop van de bakkleur van Innovators tijdens de bewaarperiode?***

Om deze vraag te beantwoorden wordt gekeken naar een aantal van 46 partijen Innovators van telers zowel uit Flevoland als uit Noord-Holland. Bij deze telers zijn na de oogst monsters opgehaald en in een referentiecel geplaatst op 8°C. Hiernaast zijn er monsters in een cel op 6°C geplaatst om het verschil tussen de twee bewaartemperaturen te onderzoeken. Van deze twee cellen en de bewaring bij de teler wordt het verloop van de bakkleur tijdens de bewaarperiode gemonitord. Naast de verschillende bewaarregimes is er een stresstest uitgevoerd, waarbij de monsters direct na de oogst op een koude temperatuur worden gezet. Het experiment hierbij was om te kijken of de stressreactie die hierop volgt, een indicatie kon geven voor het gedrag van de partij in de lange bewaring. Om de verschillen in bakcijfers van monsters in de referentiecel te verklaren is gekeken naar factoren uit het groeiseizoen, deze monsters hebben immers allen hetzelfde bewaarregime ondergaan.

De bakcijfers van aardappelen bij telers in de bewaring zijn over het algemeen niet veel beter of slechter dan die uit de referentiecel. Tot en met februari zijn er weinig partijen die afwijken. In april zijn er meer partijen die een slechter bakcijfer hebben, wat te verklaren zijn door het bewaarregime van telers te bekijken, bijvoorbeeld temperatuurschommelingen of een lage bewaartemperatuur.

Over het algemeen is een bewaartemperatuur van 8°C beter voor de partijen dan een bewaartemperatuur van 6°C. Toch zijn er enkele partijen die een beter bakcijfer hebben na een bewaartemperatuur van 6°C. In de resultaten van de stresstest is geen verband gevonden met het gedrag van de Innovators in de langere bewaring.

De factoren uit het groeiseizoen die een invloed lijken te hebben waren bemesting en beregening. Telers die meer mineralen bemest hebben, hebben over het algemeen ook een betere bakkleur. Beregening lijkt ook een invloed te hebben op het bakcijfer na lange bewaring. Tijdig beginnen met beregenen lijkt vooral een goed effect op het bakcijfer te hebben. Pootdatum, datum van loofdoding en de rooidatum lijken van mindere invloed op het bakcijfer.

Abstract

A large share of the dutch potato acreage is used to produce french fries. One of the most important quality aspects in the production of french fries is the frying color. The frying color should be as light as possible. Generally, there are no problems in frying color at the moment of harvesting. However, after long-term storage, some lots occur to have a darker frying color. It is a yearly problem that a too dark frying color forces the processor to reject certain potato lots.

A darker frying color is caused by the forming of acrylamide during the frying process. Acrylamide is formed out of reducing sugars. After harvesting, there usually are no reducing sugars in the tuber. At this moment, sugars are present in the form of starch. During the storage period, starch can be converted to reducing sugars, which would give a darker frying color. The rate and moment at which this conversion would take place depends on certain factors from the storage and growing season.

An important variety which is used for the production of french fries is Innovator. However, there are some lots of this variety which develop a dark frying after long-term storage. There are some indications, but it is still unclear which specific factors cause the formation of reducing sugars. That is why the main question of this research is: ***Which factors influence the course of frying color from Innovators during the storage period?***

In order to get answer to this question, there has been a research put together involving 46 Innovator lots from growers from the Netherlands. These growers come from the provinces of Flevoland and Noord-Holland. Samples from the lots were collected after harvesting and stored in a reference storage cell at a storage temperature of 8°C. Alongside, samples from these lots have been stored in a storage cell at a storage temperature of 6°C. This was done in order to define the difference in influence of frying color between a storage temperature of 6°C and 8°C. The course of frying color from the 6°C cell, the 8°C cell and the growers' storage cell have been monitored. There has also been performed a so-called stresstest. In the stresstest, samples were placed in a storage on a cold temperature directly after harvest. The purpose of this experiment was to examine if the stress reaction from the tubers could give an indication for the behaviour of the lot in long-term storage. Additionally, the growing reports have been requested from the growers, to declare the difference between the samples in the 8°C cell. These samples have all been stored under the same conditions, so the cause for the differences in frying colors between these samples come from the growing season.

In general, the frying colors from the potatoes in the growers' cells, were not much better or worse than from the samples from the 8°C storage cell. Up to and including February there are not many lots which deviate from the average. However, in April there are some lots which have a darker frying color. Most of these are explainable by looking into the temperature regime in the growers' cell. Common causes are temperature fluctuations and a low storage temperature. Generally, 8°C as the storage temperature would give a better frying color than 6°C as the storage temperature. However, there are some lots which seem to give a better frying color in a 6°C cell. The results of the stresstest show no connection to the behaviour of the potatoes in long-term storage.

The variables from the growing season which seem to have an influence on frying color are fertilization and irrigation. Growers which fertilized with sufficient minerals, had a better frying color. Starting early enough with irrigation also seems to give a positive effect to the frying color after long-term storage. Planting date, desiccation date and harvest date seem to have no relation to the frying color after long-term storage.

Inhoudsopgave

Voorwoord	
Samenvatting	
Abstract.....	
Inhoudsopgave.....	
1. Inleiding.....	1
1.1 Aardappelverwerkende industrie	1
1.2 Kwaliteitseigenschappen frietaardappels.....	2
1.2.1 Koudeversuikering	2
1.2.2 Ouderdomsversuikering.....	2
1.2.3 CO ₂ -versuikering.....	4
1.2.4 Temperatuurregime.....	4
1.2.5 Kiemremming.....	5
1.2.6 Onderzoek 2018-2019.....	6
1.2.7 Teeltinvloeden	6
1.3 Knowledge gap.....	8
1.4 Hoofd- en deelvragen	8
1.5 Doelstelling	8
1.6 Afbakening	9
2. Materiaal en methode	10
2.1 Monstername	10
2.2 Bewaarcellen.....	10
2.3 Kiemremming.....	11
2.4 Bakkleurbeoordeling.....	11
2.5 Telerbewaringen	13
2.6 Bewaartemperatuur	13
2.7 Stresstest.....	14
2.8 Teeltinformatie	14
2.9 Beantwoording van de deelvragen	14
2.9.1 Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?	15
2.9.2 Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?	15
2.9.3 Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?	15
2.9.4 Wat is de invloed van 1,4Sight, met of zonder MH bespuiting, op de bakkleur van Innovators ten opzichte van CIPC?	16

2.9.5	Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur kunnen verklaren? (berekening, (kunst-)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooimoment)	16
3.	Resultaten	18
3.1	Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?	18
3.1.1	Reeds gedaan onderzoek	18
3.1.2	Bakkleurverloop telerbewaringen en referentiecel	18
3.1.3	Resultaten per beoordelingsmoment	19
3.2	Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?	22
3.2.2	Resultaten uit literatuurstudie	22
3.2.3	Resultaten praktijkproef	23
3.3	Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?	24
3.4	Wat is de invloed van 1,4Sight met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van de Innovators ten opzichte van CIPC?	25
3.4.1	Reeds gedaan onderzoek	25
3.4.2	Resultaten praktijkproef	26
3.5	Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (berekening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooidatum)	27
3.5.1	Berekening	27
3.5.2	(Kunst)mestgift	27
3.5.3	Pootdatum	28
3.5.4	Moment van doodspuiten	29
3.5.5	Rooidatum	29
4.	Discussie	30
4.1	Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?	30
4.2	Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?	31
4.3	Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?	31
4.4	Wat is de invloed van 1,4Sight met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van de Innovators ten opzichte van CIPC?	31
4.5	Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (berekening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooidatum)	32
4.6	Beantwoording van de hoofdvraag	33
4.7	Proces	34
5.	Conclusie & Aanbevelingen	35
5.1	Conclusies	35

5.2	Aanbevelingen	36
	Bronnenlijst.....	38
	Bijlage 1: Bakkleur beoordelingsprotocol	41
	Bijlage 2: Beregen giften	42
	Bijlage 3: NPK giften	43
	Bijlage 4: belangrijke data teelt	44

1. Inleiding

In de inleiding wordt de aanleiding voor dit onderzoek beschreven. De bekende theorie om het vraagstuk heen wordt beschreven, om tot een passende onderzoeksvraag te komen. Uit de theorie volgt een 'knowledge gap', waar de onderzoeksvraag op toegespitst zal worden. De onderzoeksvraag wordt vervolgens onderverdeeld in een aantal deelvragen.

1.1 Aardappelverwerkende industrie

In 2018 telde het aardappelareaal in Nederland bijna 165 duizend hectare, hiervan werd ruim 6 miljoen ton aardappels geoogst. In dit jaar waren de geoogste opbrengsten lager dan het jaar ervoor in verband met de droogte tijdens het teeltseizoen. (CBS, 2019). De verwerkende industrie in Nederland verwerkte in dit seizoen een kleine 3,7 miljoen ton tot 2 miljoen ton eindproduct. Het grootste deel van het eindproduct is voorgebakken friet (VAVI, 2019).

Grote frietrassen in Nederland zijn Agria, Innovator en Fontane (Boerenbusiness, 2017). Een belangrijke kwaliteitseigenschap van friet is de bakkleur. De bakkleur wordt beïnvloed door een aantal factoren, onder andere droge stofgehalte, suikergehalte en spuitvorming (Burke, O'donovan, & Barry, 2005). Daarnaast moeten de knollen van een groot formaat zijn, voor de lengte van de frites. De Innovator is een geschikt ras voor friet door de langwerpige vorm en de goede bakkleur (HZPC, 2019). Afnemers van het eindproduct hechten waarde aan een lichte egale bakkleur.

Wanneer de bakkleur van een partij te donker of niet egaal is, zal de partij afgekeurd worden voor de productie van friet. Het gevolg hiervan is dat de teler gekort wordt op de prijs die hij voor zijn aardappels krijgt. De verwerker moet dan een vervangende partij aankopen tegen de dagprijs. In jaren met een beperkt aanbod, waarin de dagprijs hoger ligt, pakt dit financieel nadelig uit voor de verwerker. Een donkere bakkleur is dus nadelig voor zowel de telers als de afnemer. Als er een partij van 500 ton afgekeurd wordt, betekent dit dat er 500 ton aardappels tegen dagprijs aangekocht moet worden om dit gat op te vullen. Als de contractprijs 12 cent per kilogram is en de dagprijs 30 cent per kilogram is, betekent dit een financieel nadeel voor de verwerker van 90.000 euro. Voor de teler levert dit ook een financieel nadeel op omdat de partij voor bijvoorbeeld veevoer verkocht wordt, wat een lagere prijs oplevert. Wanneer de partij 5 cent minder oplevert, geeft dit de teler al een financieel nadeel van 25.000 euro. In 2018 werden er drie partijen van het ras Victoria afgekeurd door Aviko vanwege een slechte bakkleur, dit levert al een financieel nadeel voor de verwerker op van 270.000 euro.

Om een jaarrond te kunnen produceren slaan telers de aardappels voor een deel zelf op. De omstandigheden tijdens een bewaarperiode hebben invloed op de kwaliteit van aardappels. De omstandigheden waar het hier om gaat zijn onder andere temperatuur, luchtvochtigheid en het CO₂-gehalte. De kwaliteitseigenschappen van aardappels die hierdoor beïnvloed worden zijn onder andere de bakkleur en het onderwatergewicht (Grubben, Witte, & Keesman, 2019). Op deze eigenschappen kan de afnemer de partijen ook afkeuren (Aviko Potato, 2019).

Naar de optimale omstandigheden in de bewaring wordt voortdurend onderzoek gedaan. Dit rapport is ook toegespitst op de bewaring van aardappelen en de optimale omstandigheden voor een goede bakkwaliteit. Buitendienst medewerkers van inkooporganisaties voor aardappels kunnen met de kennis hieruit bewaaradvies geven aan telers om de kwaliteit van aardappels na bewaring te verbeteren. Hiernaast wordt gekeken naar de voorspelbaarheid van de bakkwaliteit van een partij. Een aardappelverwerker kan hierop zijn productieplanning afstemmen. Partijen waarvan bekend is dat de kwaliteit eerder zal gaan verslechteren, kunnen dan eerder op de productieplanning gezet worden. Hiermee kunnen mogelijk afkeuringen van partijen voorkomen worden.

1.2 Kwaliteitseigenschappen frietaardappels

Uit onderzoek is gebleken dat de bruine kleur die kan ontstaan op friet een resultaat is van de Maillard reactie. De Maillard reactie is de vorming van acrylamide uit asparagine en reducerende suikers, die plaatsvindt wanneer deze stoffen samen verhit worden (Mestdag, et al., 2007). Asparagine is een aminozuur die van nature voorkomt in aardappels. Reducerende suikers zijn op het moment van oogsten nagenoeg niet aanwezig in de knol, maar worden gevormd tijdens de bewaarperiode. De suikervorming is dus van belang voor de bakkwaliteit van de aardappels.

Het grootste deel van de droge stof in aardappels bestaat uit zetmeel. Onder bepaalde omstandigheden wordt zetmeel omgezet naar reducerende suikers, glucose en fructose. De knollen mogen maximaal 0,18 tot 0,25% reducerende suikers van het totale gewicht bevatten, afhankelijk van het ras. De vorming van reducerende suikers is afhankelijk van het ras, de rijpheid bij het rooien, teeltinvloeden tijdens het jaar en bewaartemperatuur. Bij een te lage bewaartemperatuur zullen er veel reducerende suikers gevormd worden, waarvan het gevolg is dat de bakkleur van de partij te donker wordt. Bij een hogere bewaartemperatuur vormen de knollen weinig reducerende suikers. Het proces van suikervorming door een lage temperatuur wordt koudeversuikering genoemd, dit kan gedurende het gehele bewaarproces plaatsvinden. Na een lange periode van bewaring zullen de knollen ook suikers gaan vormen als gevolg van veroudering (Marecek, et al., 2013).

1.2.1 Koudeversuikering

Koudeverzoeting vindt in aardappels over het algemeen plaats wanneer de aardappels op een lagere temperatuur dan 8°C bewaard worden. De koudeversuikering wordt veroorzaakt door een aantal enzymen die op een koude temperatuur reageren door zetmeel om te gaan zetten tot reducerende suikers. Tot op het heden zijn er nog geen rassen gevonden die geen suiker gaan vormen op een te koude bewaartemperatuur. Toch willen telers graag zo koud mogelijk bewaren omdat de knollen dan minder snel verouderen en gewichtsverlies dan beperkt wordt. In gevallen dat er te koud is bewaard, worden sommige partijen gereconditioneerd. Dit is het opwarmen van de partij naar 15-18°C, waardoor de suikers weer deels afbreken.

Zetmeel bestaat uit lange ketens van sacharosemoleculen. Dit zijn rechte ketens(amylose) of vertakte ketens(amylopectine). Deze moleculen zijn omringd door een membraan, dit geheel heet een amyloplast (Colgan, Rees, & Briddon, 2012). Het opslaan van zetmeel op deze manier maakt dat enzymen slecht bij het zetmeel kunnen en het een efficiënte manier is voor een plant om energie op te slaan. Het membraan van een amyloplast wordt beter doorlaatbaar bij koude temperaturen. Het gevolg hiervan is dat enzymen die zetmeel afbreken gemakkelijker de amyloplast binnen kunnen treden. Dit is het proces dat plaatsvindt bij bewaring onder een te koude temperatuur, er zullen dan dus meer reducerende suikers gevormd worden uit zetmeel. (Jansky & Fajardo, 2014)

1.2.2 Ouderdomsversuikering

Wanneer aardappels op een temperatuur bewaard worden die hoog genoeg is, zal de concentratie reducerende suikers in de aardappels in eerste instantie niet verhogen. Toch zullen de aardappels naar verloop van tijd altijd suikers gaan vormen, dit heet ouderdomsversuikering. Deze vorm van versuikering kan niet worden teruggedraaid door middel van reconditionering. Verschillende onderzoeken tonen aan dat het moment waarop de ouderdomsversuikering begint afhankelijk is van verschillende factoren. Per ras kan er verschil zijn. Te vroeg planten, stress en een te warme bewaartemperatuur kunnen het proces van veroudering van aardappels versnellen.

Aardappels gaan na het rooien in kiemrust. In het voorjaar is de kiemrust voorbij, dan gaan de knollen kiemen vormen. De lengte van de kiemrust is rasafhankelijk. Over het algemeen hebben de rassen met een lange kiemrust ook een late start van de ouderdomsversuikering. Op het moment dat de knol

uit zijn kiemrust komt, zal er suiker worden gevormd voor het kiemen. In de meeste gevallen worden de aardappels echter behandeld met een kiemremmer, waardoor de kieming niet begint. Het gevolg hiervan is een ophoping van suikers in de knol. (Eeckhout & Boussery, 2003)

Afrijping en oogstmoment

Het moment waarop de ouderdomsversuikering begint, verschilt per partij (Wansink, 2019). Het fysiologische stadium van de knol tijdens de oogstmoment is een belangrijke factor. Naarmate de plant afsterft neemt het suikergehalte in de knol af. Wanneer de knollen volledig rijp zijn, is het suikergehalte in de knol op een minimum. Wanneer het gewas voor dit moment al geoogst wordt, zal het suikergehalte tijdens de bewaarperiode ook sneller toenemen. (Loon, Veerman, & Bus, 1993) Het moment van afrijping wordt onder andere beïnvloed door groeiomstandigheden en rassenkeuze.

De afrijping wordt tijdens het seizoen bepaald door onder andere weersomstandigheden, bodemtoestand en teeltmaatregelen van de teler. Vochttekort en hoge temperaturen kunnen leiden tot een eerdere afrijping van het gewas, maar daarbij ook voor een mindere opbrengst (Levy, Genizi, & Goldman, 1990). Het stikstofgift van de teler is ook in grote mate van invloed op het moment van afrijping. Wanneer er te laat en te veel stikstofbemesting wordt toegepast, zal de plant later afrijpen, wat het lastiger maakt om op het ideale oogstmoment te oogsten. Ook het stikstof leverend vermogen van de bodem speelt hierin mee. Daarnaast zal de teler naar de afsterfdatum van de plant toe minder moeten gaan beregenen om de plant voldoende te laten afsterven. Ook moet er indien mogelijk op tijd een loofdodingsmiddel worden toegepast. Het loofdodingsmiddel zal zorgen voor voldoende schilvorming, wat tijdens de oogst beschadiging voorkomt. Door te rooien met zo weinig mogelijk beschadigingen aan de knol, zal de knol ook minder snel verouderen (Bussan, Sabba, & Drilias, 2009).

Chemische verklaring ouderdomsversuikering

Op het moment dat ouderdomsversuikering plaatsvindt, breken enzymen het zetmeel af in sucrose, fructose of glucose. Dit wordt aangestuurd door een complex systeem van enzymen. Het membraan van de amyloplasten beschadigd tijdens de veroudering van de knollen. De beschadiging is een vorm van oxidatieve beschadiging. Dit houdt in dat het membraan van de amyloplast beschadigd wordt door reactieve zuurstofcomponenten, dit is een groep van chemische verbindingen (O_2^- , OH^- en H_2O_2) waarin zuurstof een belangrijk bestanddeel is.

Van nature hebben organismen antioxidanten, om deze vorm van beschadigingen te voorkomen. Ook aardappels hebben verschillende antioxidanten. In geval van stress in het teeltseizoen zal de plant meer antioxidanten aan gaan maken, zodat de membranen beschermd blijven.

Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat knollen tijdens de bewaarperiode steeds meer antioxidanten bevatten (Colgan, 2018). Dit duidt op een stijging van het aantal reactieve zuurstofcomponenten in de knol. Op het moment dat de knol niet meer antioxidanten aan kan maken, vindt er oxidatieve beschadiging plaats. Dit is ook het moment dat de enzymen bij de zetmeelmoleculen kunnen en het af kunnen gaan breken tot sucrose, fructose en glucose.

Een andere eigenschap van de knol die waargenomen is, is dat de concentratie oplosbare eiwitten tijdens veroudering lager wordt. Dit is het gevolg van de versnelling van de afbraak van eiwitten (proteolyse) en de vertraagde aanmaak van eiwitten (protease). Een van de oplosbare eiwitten is patatin. De voorraad oplosbare eiwitten in de knol bestaan voor 20-40% uit dit eiwit. Patatin is een van eiwitten die het membraan van de amyloplasten beschermd, dus bij een afname van dit eiwit zal er meer zetmeel omgezet worden in suikers. (Colgan, Rees, & Briddon, 2012)

1.2.3 CO₂-versuikering

Bij een te hoog CO₂-gehalte in de bewaarcel vindt er een nieuw type versuikering plaats, CO₂-versuikering (Hertog, Kristiaan, Schouten, & Hak, 1994). De CO₂ productie van aardappels is na inschuren het hoogst, dus vooral dan is het noodzakelijk om voldoende te ventileren. Ook tijdens de rest van het bewaar seizoen blijft het belangrijk om de lucht regelmatig te verven. De CO₂-versuikering lijkt sterk op koudeversuikering. CO₂-versuikering is net zoals koudeversuikering terug te draaien door te reconditioneren. Partijen die gevoeliger zijn voor koudeversuikering, zullen dus ook gevoeliger zijn voor CO₂-versuikering. (Veerman, 1999)

1.2.4 Temperatuurregime

Gedurende het bewaar seizoen wordt er in een bewaring een bepaald bewaarregime aangehouden. Dit bewaarregime bestaat grofweg uit de volgende fasen (Eeckhout & Boussery, 2003):

- Wondheling en drogen
- Inkoelen
- Constante temperatuur

Aardappels moeten bij binnenkomst gedroogd worden om te voorkomen dat bacteriën en schimmels zich goed kunnen ontwikkelen in de partij. Bij een temperatuur van onder de 10°C vindt er geen wondheling plaats, maar vanaf 18°C ontstaan er goede omstandigheden voor de ontwikkeling van bacteriën en schimmels (Eeckhout & Boussery, 2003). Voor het ras Innovator wordt een periode van 2 á 3 weken geadviseerd, waarbij de producttemperatuur op 15°C gehouden wordt (Aviko Potato, 2019).

Wanneer de aardappels voldoende droog zijn, kan er begonnen worden met het inkoelen van de partij. Om gewichtsverliezen te voorkomen, moeten er in deze fase zo min mogelijk ventilatie-uren gemaakt worden en heeft het de voorkeur om met vochtige lucht te ventileren (Eeckhout & Boussery, 2003). Het advies is om Innovators met één graad per week in te laten koelen (Aviko Potato, 2019). Wanneer er te snel ingekoeld wordt, resulteert dit in een te hoog bakcijfer, dus een te donkere bakkleur, als gevolg van koudeversuikering (Hertog, Kristiaan, Schouten, & Hak, 1994).

Als het product de gewenste temperatuur heeft bereikt, moet deze temperatuur gehandhaafd worden. De aardappels zullen door ademhaling warmte en CO₂ blijven produceren, welke afgevoerd moet worden (Eeckhout & Boussery, 2003). De gewenste bewaar temperatuur moet niet zo koud zijn dat er koudeversuikering plaats gaat vinden, maar ook niet zo warm dat de veroudering te snel plaats gaat vinden.

1.2.5 Kiemremming

Wanneer aardappels langer dan twee maanden bewaard moeten worden, zal een vorm van kiemremming toegepast moeten worden. Na verloop van tijd zullen aardappels kiemen gaan vormen. Dit kan in eerste instantie voorkomen worden door de aardappels op een lage temperatuur te bewaren (3 á 4°C). Dit is echter geen geschikte methode voor frietaardappels, omdat er dan koudeversuikering plaats gaat vinden.

Chemische kiemremming is voor frietaardappels de meest geschikte methode. De meest gebruikte actieve stof hiervoor is chloorprofam (CIPC). CIPC remt de kern- en celdeling, waardoor de knol minder snel kiemen zal gaan vormen (Eeckhout & Boussey, 2003). Dit middel heeft volgens onderzoek geen invloed op de bakkleur van de aardappels (Copp, Blenkinsop, Yada, & Marangoni, 2000). De toelating van dit middel in Nederland komt echter op 1 oktober 2020 te vervallen, te zien in *Figuur 1.1* (Quiesen, 2019). Het gevolg hiervan is dat telers de oogst van het jaar 2020 niet meer mogen behandelen met CIPC. De alternatieven die men heeft zijn MH, Biox-M, 1,4 Sigt en ethyleen (Quiesen, 2019).

Alternatieve kiemremmers

Maleïnehydrazide (MH) is een middel want aan het eind van de veldperiode toegediend kan worden. Het doel van deze toepassing is het verlengen van de kiemrust en het beperken van opslag in de vervolgteelt (Buckley, Duncan, & Anderson, 2006). Dit middel moet door de plant van het blad naar de knol getransporteerd worden om werkzaam te zijn, daarom is het van belang dat de plant op het moment van toediening nog vitaal is. Het transport van het blad naar de knol duurt 2 á 3 weken. Wanneer het middel in de knol is aangekomen, remt het middel de celdeling. Dit middel biedt echter niet voldoende kiemremming om tot het eind van het seizoen kiemrust in de aardappels te behouden (Otter, Westeinde, & Pollema, 2014). MH remt de celdeling, maar niet de celstrekking. (Cunnington, 2019)

Biox-M is een muntolie extract, wat toegestaan is als kiemremmer voor zowel gangbare als biologische aardappelen. De werking van Biox-M is rasafhankelijk, in sommige rassen kan de kieming tot juni voorkomen worden maar er zijn ook rassen waarin dit niet haalbaar is (Harper, 2019).

Een middel wat al enkele jaren toegepast wordt in Nederland is 1,4 Sigt. Dit middel bevat de werkzame stof 1,4-dimethylnaftaleen. Dit middel is even effectief in kiemremming als CIPC, op alle aardappelrassen. Het nadeel van deze toepassing is echter net als Biox-M dat het een duur middel is. Ethyleen, een product wat verkocht wordt onder de merknaam Restrain, is een relatief nieuwe kiemremmer. De kiemremming door ethyleen blijkt net zoals Biox-M rasafhankelijk te zijn. Bij sommige rassen is vanaf februari al kieming te zien, maar er zijn ook rassen waarin ethyleen wel effectief de kiem remt tot en met het einde van het bewaarstadium. Het effect van ethyleen op de frietkwaliteit is ook wisselend. In een aantal rassen laat de toepassing van ethyleen al vroeg in het seizoen versuikering zien. Het voordeel van ethyleen is dat de toepassing ervan qua kosten te vergelijken is met de toepassing van CIPC. (Demarcke, 2017)

PCA: Verbod chloorprofam heeft grote impact op hele aardappelketen

© 18 oktober 2019 | Sittard | Teelt | 1.007 keer gelezen | reageer



Het gebruik van chloorprofam (CIPC) voor kiemremming in aardappelen wordt in de EU, dus ook in België en Nederland, verboden vanaf 1 juli 2020. Gezien de schaal waarin CIPC wordt gebruikt is de

Figuur 1.1 Artikel Akkerweb CIPC (Quiesen, 2019)

1.2.6 Onderzoek 2018-2019

In het bewaar seizoen 2018-2019 is er door Ruud Wansink een bewaarproef opgesteld voor 31 Innovator praktijk bewaarpartijen. Uit deze proef is gebleken dat de verschillende bewaarregimes van telers veel invloed hebben op de bakkwaliteit van de aardappelen. Tot en met februari waren er weinig verschillen te zien maar na die periode bleek het bewaarregime invloed te hebben.

In deze proef zijn Innovators bewaard onder verschillende bewaarregimes. De conclusie van het onderzoek is dat Innovators gaan versuikeren bij een te hoge inkoelsnelheid en een te lage bewaar temperatuur. (Wansink, 2019)

1.2.7 Teeltinvloeden

Om te verklaren waarom de ene partij aardappelen meer gevoelig is voor verslechtering dan de andere partij, moet gekeken worden naar factoren die de aardappel beïnvloeden voor bewaring. Dit zijn factoren uit het teeltseizoen. Belangrijke factoren in het teeltseizoen die invloed hebben op de versuikering van aardappels zijn rijpheid van het gewas, temperatuur, voeding en water. (Kumar, Singh, & Kumar, 2005)

Ten eerste is de rijpheid van het gewas tijdens het rooien belangrijk. De aardappelen zijn rijp wanneer het droge stofgehalte (onderwatergewicht) op de top is. De schil is dan goed en er zal tijdens de oogst zo weinig mogelijk beschadiging optreden. Het gehalte reducerende suikers in de knol is op het moment dat de knollen rijp zijn het laagst (Rosen, et al., 2018).

Mineralen

Er is veel onderzoek gedaan naar de invloed van bepaalde mineralen op de versuikering van aardappels. PAA (The Potato Association of America) heeft deze onderzoeken in 2018 gebundeld in een rapport (Rosen, et al., 2018). De invloed van stikstofbemesting op de reducerende suikers is wisselend. De invloed van stikstof lijkt sterk afhankelijk te zijn van ras en groeiseizoen. Het is wel bekend dat wanneer de stikstofbemesting hoog ligt, de rijpheid van de plant ook later komt.

Het verband tussen fosfaat en versuikering is ook wisselend. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de fosfaattoestand van de bodem waarin de aardappel groeit. In bodems die al een hoge fosfaattoestand hebben, zal fosfaatbemesting geen invloed hebben op de versuikering van de aardappels. Wel kan bij een gewas wat groeit in een bodem met een te lage bodemvoorraad fosfaat, te weinig fosfaatbemesting waarschijnlijk wel leiden tot een eerdere versuikering van de aardappels.

Meerdere onderzoeken hebben aangetoond dat er een belangrijk verband is tussen kalium en de bakkwaliteit van aardappels. Bemesting met kalium lijkt te resulteren in een lager gehalte reducerende suikers, dus een betere bakkleur. Ook voor dit mineraal geldt echter dat er gekeken moet worden naar de bodemvoorraad die aanwezig is. Wanneer de bodemvoorraad al hoog genoeg is, is het ook niet nodig om een extra kaliumbemesting te doen. (Rosen, et al., 2018)

In Engeland is er onderzoek gedaan naar de invloed van zwavel bemesting op de versuikering van aardappels. Het zwavelgehalte in de knol zelf lijkt geen invloed te hebben op de versuikering van de aardappels. Wel lijkt een goed zwavelgehalte de invloed van te veel stikstofbemesting op te kunnen vangen. Bij te veel stikstofbemesting rijpt de plant namelijk niet snel af, wat hogere reducerende suikergehaltes geeft (Rosen, et al., 2018).

Uit onderzoek in Italië is gebleken dat de koper- en zinkgehalten in de knol ook invloed hebben op de vorming van reducerende suikers. Het lijkt dat hoge gehalten van de mineralen ook een positieve invloed hebben op de bakkwaliteit. Dit onderzoek heeft echter niet langer plaatsgevonden dan 29 dagen na de oogst, dus is er voor de lange termijnbewaring geen informatie van het effect bekend. (Whittaker, et al., 2010)

Calcium is in de plant belangrijk als een onderdeel van de celwanden en celmembranen. Een tekort aan dit mineraal levert een lagere opbrengst en slechtere weerstand tegen bepaalde ziekten en plagen op (Velvis, 2001). Naar de directe invloed van calcium op de bakkwaliteit van friet is geen onderzoek gedaan.

Voor alle mineralen geldt dat onderzoek gedaan is naar de bemesting van deze mineralen. Het effect van de bemesting is echter afhankelijk van de bodemvoorraad en beschikbaarheid voor de plant van deze mineralen. Wanneer er in de bodem al voldoende mineralen aanwezig zijn, heeft overbemesting geen zin en dus ook geen invloed op de bakkwaliteit.

Temperatuur en water

Onderzoek naar droogte- en hittestress in aardappels is lastig te doen, omdat de factoren in de praktijk vaak samen voorkomen. Deze factoren lijken beide wel invloed te hebben op het versuikeren. Wanneer het gewas voor korte periode aan deze stress blootgesteld wordt, lijkt de aardappel meer te versuikeren dan wanneer het gewas gedurende een lange periode in het seizoen lijdt onder deze stress. (Thompson, Love, Sowokinos, Thornton, & Shock, 2008)

In broeikassen zijn experimenten opgezet om te kijken naar de invloed van droogtestress en/of hittestress.

Hittestress

Er werd een situatie gecreëerd waarin alleen hittestress was zonder sprake van droogte. De temperatuur die daarin gehanteerd werd was 27-30°C. De waarnemingen die toen werden gedaan waren misvormde knollen, doorwas en hoge suikergehaltes. Hittestress zal dus ook een slechte bakkwaliteit veroorzaken. Wanneer de aardappels met dezelfde temperatuur ook aan vochttekort werden blootgesteld, stegen de suikergehaltes. Een combinatie van hittestress met droogtestress zal de bakkleur dus nog meer doen verslechteren. (Kleinkopf, Westermann, & Wille, 1988)

Droogtestress

In de situatie dat het gewas onder normale temperatuur (16-24°C) groeide, leek dit geen invloed te hebben op de suikergehaltes. De conclusie van dit onderzoek zou dus zijn dat hittestress de bakkwaliteit verslechterd en droogtestress niet. In het geval dat hittestress en droogtestress tegelijk optreden, verergert dit het probleem wel (Kleinkopf, Westermann, & Wille, 1988).

Er zijn ook onderzoeken waarin alleen gekeken is naar vochttekort. Er is in deze onderzoeken wel een verband zichtbaar tussen het vochttekort en de versuikering van aardappels. Deze onderzoeken hebben echter onder veldomstandigheden plaatsgevonden, waardoor het effect van hittestress niet uit te sluiten is. Een belangrijke conclusie uit deze onderzoeken is wel dat een tijdelijk vochttekort meer invloed heeft dan stress die gedurende het hele seizoen aanwezig is. Vermoedelijk kunnen de aardappels door lang en vroeg vochttekort dieper wortelen, wat de plant weerbaarder maakt tegen vochttekort. (Thompson, Love, Sowokinos, Thornton, & Shock, 2008)

Vochttekort tijdens de knolzetting lijkt weinig invloed te hebben op de bakkwaliteit van de aardappels. Na de knolzetting, wanneer de knol zichzelf begint te ontwikkelen blijkt een vochttekort meer invloed te hebben. Vocht is in deze periode ook belangrijk voor het transport van voedingsstoffen naar en in de plant. (Thompson, Love, Sowokinos, Thornton, & Shock, 2008)

Wanneer de aardappels tijdens een koude periode nog in de grond zitten of worden geoogst, zullen er ook reducerende suikers gevormd worden in de knol, als gevolg van koudeverzoeting. Dit is nog te verhelpen door de aardappels in de bewaring weer te verwarmen tot een temperatuur tussen de 13°C en 16°C, dit proces heet reconditionering. De reducerende suikers zullen bij deze temperatuur weer

afgebroken worden. Dit heeft tevens een positief effect op de wondheling van aardappels. (Thompson, Love, Sowokinos, Thornton, & Shock, 2008)

1.3 Knowledge gap

De gevoeligheid van partijen voor verslechtering op het gebied van bakkwaliteit is nog niet doormiddel van reeds gedaan onderzoek te verklaren. Toch zou het interessant zijn om dit te weten; hiermee zou het verloop van de bakkwaliteit van een partij tijdens het bewaarseizoen namelijk voorspeld kunnen worden. Dan wordt bekend welke partijen eerder of later kunnen gaan verslechteren. Wanneer een frietfabrikant deze gegevens heeft, kan hier rekening mee gehouden worden in de productieplanning. Het voordeel hiervan is dat de kwaliteit van de productstroom het gehele jaar beter constant te houden is. Naast de fabrikant als doelgroep kunnen ook de buitendienstmedewerkers lering trekken uit deze informatie. Zij kunnen het bewaaradvies aan de telers hierop baseren. De telers kunnen vervolgens de wijze van bewaren aanpassen aan de nieuwe kennis over bewaring.

Dit vraagstuk is aangedragen door de agronomie afdeling van Aviko Potato B.V. te Dronten. Aviko Potato B.V. is de inkooporganisatie van aardappels voor Aviko, een verwerker van aardappels tot diverse aardappelproducten. De agronomie afdeling is verantwoordelijk voor het optimaliseren van de grondstoffenstromen voor de productiefaciliteiten. De resultaten van het onderzoek zullen echter sectorbreed voor de aardappelverwerkende industrie te gebruiken zijn.

1.4 Hoofd- en deelvragen

De volgende hoofdvraag is geformuleerd:

Welke factoren hebben invloed op het verloop van de bakkleur van innovators tijdens de bewaarperiode?

Daaruit volgen de volgende deelvragen:

1. *Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?*
2. *Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?*
3. *Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de innovators tijdens de bewaarperiode?*
4. *Wat is de invloed van 1,4Sight, met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van Innovators ten opzichte van CIPC?*
5. *Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (berekening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooimoment)*

1.5 Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is om handvaten te creëren waarmee het kwaliteitsverloop van een partij Innovators tijdens de bewaarperiode voorspeld zou kunnen worden. Dit levert de frietfabrikant het voordeel op dat de aflevering van partijen op kwaliteit gericht kan worden, zodat de fabriek gedurende het hele jaar een constante kwaliteit aan grondstoffen krijgt. Daarnaast weten buitendienst medewerkers op welke factoren er gelet moet worden en wat voor adviezen zij aan de telers kunnen geven. Telers kunnen op basis van deze informatie beslissingen nemen in hun teelt- en bewaarproces.

Er wordt al jaren onderzoek gedaan naar de bewaarkwaliteit van aardappels en dit zal ook nog jaren doorgaan. Dit onderzoek is daarom ook bedoeld om input te geven voor vervolgonderzoeken. In dit onderzoek kunnen verbanden gevonden worden, die in vervolgonderzoek nog verder uitgediept

zullen moeten worden om er in de praktijk mee aan de slag te gaan. Het onderzoek is geslaagd wanneer aanwijzingen zijn om in vervolgonderzoek mee aan de slag te gaan.

1.6 Afbakening

Voor de haalbaarheid van het onderzoek is het belangrijk om een afbakening te maken van de zaken die meegenomen worden in de analyse. Het onderzoek wordt gedaan bij telers in Flevoland en Noord- en Zuid-Holland. Dit zijn namelijk de voornaamste gebieden van frietaardappels voor lange bewaring van Aviko Potato in Nederland. In het onderzoek worden alleen aardappelen van het ras Innovator gebruikt, om rasspecifieke verschillen uit te sluiten.

Er zijn tal van factoren die invloed hebben op de bakkwaliteit van aardappels en de gevoeligheid voor versuikering. Tijdens de bewaarperiode wordt alleen gebruik gemaakt van de temperatuurdata die gemeten is door loggers en door de sensoren in de referentiecel. CO₂ wordt niet gemeten, omdat de prijs van een CO₂ meter te hoog is om deze voor elke cel in het onderzoek aan te schaffen. Om de invloed van kiemremmers te bekijken wordt opgevraagd van welke kiemremmers de telers gebruik maken.

Factoren die uit het teeltseizoen worden meegenomen zijn voornamelijk de gegevens die in de teeltregistratie staan. Dit zijn beregening, pootdatum, rooidatum en moment van loofdoding. Aan de hand van GPS data van het perceel kan de voorvrucht van het perceel worden achterhaald. Er zal niet gekeken worden naar het uitgangsmateriaal van de teelt. De gewasbeschermingsmaatregelen die de teler getroffen heeft worden ook niet meegenomen in de analyse.

2. Materiaal en methode

Er zijn 46 telers bereid gevonden om deel te nemen aan het onderzoek over de bakkwaliteit van Innovators. Van de partijen van deze telers zijn monsters en gegevens verzameld om de hoofd- en deelvragen te beantwoorden. Van deze partijen zijn tijdens het inschuren vier monsters verzameld. Een monster is een zakje met 50 aardappels, van de maat 50 mm of groter. Dit aantal is nodig om een voldoende betrouwbare meting van de bakkwaliteit te kunnen doen. De maat +50 mm is nodig om voldoende lengte in de friet te krijgen. Deze monstersomvang bedraagt afhankelijk van de grootte van de knollen ongeveer 15kg.

Deze monsters zijn in een referentiecel geplaatst, waar de aardappels onder een standaard bewaarregime bewaard zijn (Aviko Potato, 2019). Dit houdt in dat er een wondhelings-/droogperiode van 2 weken aangehouden is, waarna er is begonnen met inkoelen. Dit inkoelen is gebeurd met 1,25°C per week, tot de aardappels een temperatuur van 8°C hadden. Deze temperatuur is vervolgens gedurende de bewaarperiode constant gehouden.

2.1 Monstername

De monstername is door de telers zelf gedaan. Van te voren zijn er zakken en labels klaargemaakt, die door de buitendienstmedewerkers uitgedeeld zijn aan de telers. Om er zeker van te zijn dat de monstername goed verloopt, is er een monstername protocol opgesteld en deze is per mail verzonden aan de telers. De telers vullen de zakken met aardappels die bij voorkeur uit dezelfde kieper komen. De plek waar de aardappels uit deze kieper in de bewaring liggen wordt vervolgens gemarkeerd, zodat de latere monsters ook van dezelfde aardappels geraapt worden. Zo is het zeker dat de aardappels die tijdens het inschuren verzameld zijn, vergelijkbaar zijn met de aardappels die later opgehaald zijn. Er zijn namelijk cellen waarin aardappels van verschillende percelen of rooimomenten opgeslagen liggen.



Figuur 2.1 Bewaarcellen

2.2 Bewaarcellen

Er zijn twee relatief kleine bewaarcellen (Figuur 2.1) gebruikt; een is als referentiecel gebruikt en de andere cel is gebruikt als 6°C cel, wat verder toegelicht wordt in paragraaf 2.5. Deze cellen zijn voorzien van mechanische koeling en een bewaarcomputer van Tolsma.

Deze twee cellen zijn gebouwd in een schuur in Biddinghuizen. In de schuur is ook een grote bewaring voor uien aanwezig. De ruimte voor de uienbewaring is gebruikt om de monsters te drogen, met de lucht die door de uien heen geblazen werd.

2.3 Kiemremming

De aardappels in de referentiecél zijn tot maximaal juni bewaard, dus was er de noodzaak om te behandelen met een kiemremmer. De kiemremmer die gebruikt is, is Gro-Stop Ready (Figuur 2.2). De werkzame stof in deze kiemremmer is chloorprofam, met een gehalte van 120 gram per liter product. De aardappels zijn eenmalig behandeld met 300ml Gro-Stop Ready per 1000kg aardappelen (Certis Europe BV). Volgens het etiket van Gro-Stop Ready mag er bij eenmalige toepassing maximaal 150ml per 1000kg aardappelen gebruikt worden, maar om er zeker van te zijn dat de proef niet bedorven werd door kieming is een dubbele dosering toegepast. In de cellen waar bewaard werd, is geen mogelijkheid om later nog een behandeling te doen. De behandeling vond plaats toen alle monsters binnen en gedroogd zijn.



Figuur 2.2 Gro-Stop Ready

Voor de toepassing van Gro-Stop in de referentiecél is het volgende protocol opgesteld:

Het zeil waarop de behandeling met Gro-Stop plaats gaat vinden wordt buiten of in de deuropening gelegd. Hierop worden de zakken uitgelegd. De aardappels worden vervolgens behandeld met behulp van een rugspuit. De behandeling gaat als volgt plaatsvinden:

- 1) Zakken op het zeil uitleggen
- 2) Rugspuit vullen, bij 40 zakken als volgt:
 - a. Ongeveer 15 kg aardappels per zak, dus totaal: 600kg
 - b. $0,6 \times 300 = 180$ ml Gro-Stop Ready
 - c. Aanmengen met water: 1,8 liter water.
2. De helft van de spuit leegspuiten op de zakken
3. Handschoenen aan doen en de zakken omdraaien
4. De andere helft van de rugspuit leeg spuiten
5. De zakken met handschoenen aan in de goede kist leggen

Na het behandelen met de kiemremmer zijn de monsters op beoordelingsmoment verdeeld in kisten en in de cellen geplaatst. Op het moment dat alle kisten in de cel stonden, is begonnen met het inkoelen van de bewaring. Dit was op 2 december 2019.

De telers zelf hebben de partijen bij henzelf in de bewaring ook behandeld met kiemremmers. Telers hebben hiervoor hun eigen middel en methode gebruikt. Niet alle telers hebben het middel Gro-Stop gebruiken, in verband met het aankomende verbod op de werkzame stof CIPC. In paragraaf 1.2.5 staan de andere mogelijke middelen voor kiemremming beschreven. Bij telers is opgevraagd welk(e) middel(en) gebruikt hebben voor de kiemremming, om hiermee deelvraag 4 te beantwoorden.

2.4 Bakkleurbeoordeling

Op verschillende momenten tijdens het onderzoek hebben er bakkleurbeoordelingen plaatsgevonden. Deze beoordeling vond plaats volgens hetzelfde protocol wat de kwaliteitsdienst hanteert bij de monsternamen voor het afleveren van een partij, zoals deze beschreven staat in de leveringsvoorwaarden van Aviko (Aviko Potato, 2019).

Uit het hart van elk van de 50 knollen is een staafje van 10 x 10 mm gesneden. Deze staafjes zijn afgespoeld en vervolgens gebakken op 180°C in plantaardig vet. De baktijd van de staafjes is precies 5

minuten. Binnen twee minuten na het bakken zijn de staafjes beoordeeld doormiddel van de U.S.D.A. kleurenkaart die uitgegeven is door Munsell Color Company in 1972. Elk staafje krijgt dan een waarde van 0, 1, 2, 3 of 4. Dit protocol is uitgebreid beschreven in

Bijlage 1: Bakkleur beoordelingsprotocol.

Om het bakcijfer vervolgens te berekenen zijn deze waarden bij elkaar opgeteld. Het totaal van de waarden wordt gedeeld door het aantal staafjes, waarna hier 2,0 bij opgeteld wordt. Het laagst haalbare bakcijfer is dus 2,0. Wanneer het bakcijfer boven de 4,0 komt, zijn de aardappels niet meer geschikt voor de productie van friet.

2.5 Telerbewaringen

Tijdens het seizoen zijn de monsters uit de referentiecél op verschillende momenten beoordeeld. Op het moment dat er een monster uit de referentiecél werd beoordeeld, werd er weer een monster uit de telerbewaring opgehaald om deze te vergelijken.

Door de bakcijfers van de partijen in de telerbewaringen en de monsters hiervan in de referentiecél te bepalen, onstond er de mogelijkheid om de prestaties van de telerbewaringen met elkaar en met de referentiecél te vergelijken.

De momenten waarop er beoordeeld is, zijn december, februari, april en bij aflevering. Tijdens het inschuren hebben de telers dus vier monsters verzameld, voor elk van deze beoordelingsmomenten één. Op het moment dat er beoordeeld werd, werd er ook weer een monster bij de teler uit de bewaring opgehaald.

In de referentiecél is het bewaarregime aangehouden wat theoretisch gezien optimaal is voor de bewaring van Innovators. Het bakcijfer van de monsters zou dus optimaal blijven. De mogelijkheid bestaat dat de teler een ander bewaarregime aangehouden heeft, wat een minder bakcijfer oplevert. Door deze vergelijking te maken, kan er bepaald worden hoe goed de telerbewaring presteert.

In een deel van de telerbewaringen is de temperatuur gemonitord door middel van een temperatuurlogger. In verband met de geringe beschikbaarheid van temperatuurloggers kan dit niet in elke telerbewaring gedaan worden. Deze temperatuurlogger meet om de 10 minuten de temperatuur in de cel en slaat deze op. Door de logger een aantal keer gedurende de bewaarperiode uit te lezen, is het temperatuurverloop in de cel opgemaakt. Bij een sterk afwijkend bakcijfer, is er in het temperatuurverloop gezocht naar verklaringen voor afwijking.

2.6 Bewaartemperatuur

De geadviseerde bewaartemperatuur is 8°C. (Aviko Potato, 2019) Bij lagere temperaturen is het voordeel dat de veroudering later begint, maar de aardappelen zullen wel eerder gaan versuikeren als gevolg van koudeversuikering. Om dit effect te bevestigen zijn er van een aantal partijen monsters in een andere bewaarcel geplaatst, waarin na de inkoelperiode een constante temperatuur is gehouden van 6°C.

Dit experiment is gedaan met een groep van 24 partijen. Deze partijen zijn van telers die in het voorgaande jaar ook meegedaan hebben met het onderzoek (Wansink, 2019). Deze keuze is gemaakt, omdat er van deze telers ook al meer achtergrondinformatie is verzameld in het voorgaande onderzoek. Indien een teler meerdere jaren achter elkaar een hoger bakcijfer heeft kan er gekeken worden wat deze teler structureel anders doet dan andere telers.

Per teler zijn er twee extra monsters verzameld voor het 6°C experiment. Een van de twee is in april beoordeeld en de andere in juni. De versuikering komt bij de 6°C vroeg op gang, maar gaat heel geleidelijk. De veroudering wordt echter uitgesteld. Het is dus interessant om te kijken hoe het bakcijfer van deze aardappels zich na lange bewaring verhoudt tot het bakcijfer van aardappels die op 8°C bewaard zijn. Het is mogelijk dat er partijen zijn die door een vroege veroudering beter te bewaren zijn op een temperatuur van 6°C.

2.7 Stresstest

De stresstest is een methode waarmee mogelijk het gedrag van de aardappel tijdens de bewaarperiode voorspeld kan worden. Bij de stresstest is de aardappel zonder inkoelperiode meteen op een temperatuur van 6°C geplaatst. Het gevolg is dat de aardappel een stressreactie geeft. Er zal zetmeel worden omgezet tot suikers, met als gevolg een verslechterde bakkleur.

De mate waarin de aardappel gaat versuikeren zegt misschien iets over het gedrag wat de aardappel tijdens de bewaarperiode gaat laten zien.

De stresstest die in deze proef uitgevoerd is duurde drie weken. Na drie weken op 6°C is het bakcijfer van de monsters bepaald. Er is verschil in hoe heftig verschillende partijen op deze stresstest reageren. Door de mate van de reactie op de stresstest tegenover het gedrag van de Innovators later in de bewaarperiode te zetten, is er gekeken of er een verband is. Deze proef is uitgevoerd met dezelfde partijen die meedoen aan het 6°C experiment. Deze partijen hebben dus ook een extra monster aangeleverd voor de stresstest.

Het is op twee manieren mogelijk om een verband te vinden. Ten eerste kan er een verband gevonden worden met het bakcijfer na de lange bewaring. Dit kan de volgende verbanden opleveren:

- Partijen met een slechte bakkleur na lange bewaring, lijken heftiger te reageren op de stresstest dan partijen met een goede bakkleur na lange bewaring;
- Partijen met een slechte bakkleur na lange bewaring, lijken minder heftig te reageren op de stresstest dan partijen met een goede bakkleur na lange bewaring;
- Er is geen verband te vinden.

Er kan ook een verband gevonden worden tussen de resultaten van de stresstest en de resultaten van het 6°C experiment. Dit kan de volgende verbanden opleveren:

- Partijen die beter te bewaren zijn op 6°C dan op 8°C, reageren heftiger op de stresstest;
- Partijen die beter te bewaren zijn op 6°C dan op 8°C, reageren minder heftig op de stresstest;
- Er is geen verband te vinden.

2.8 Teeltinformatie

Aan de hand van de bakcijfers van monsters uit de 8°C bewaring zijn verschillen tussen partijen zichtbaar geworden. Deze aardappels zijn op dezelfde wijze bewaard en de verschillen moeten dus gezocht worden in het teeltseizoen. Om deze reden zijn er bij de deelnemende telers gegevens verzameld over de teelt. Ten eerste is het rooimoment belangrijk. Als de temperatuur op het moment van rooien te laag is, komen de aardappels te koud binnen, waardoor er al vrij snel versuikering op gaat treden. Dit is een vorm van koudeverzoeting en kan dus wel weer verholpen worden door het verhogen van de temperatuur.

De teeltregistratie is opgevraagd. Hier kunnen een aantal zaken in teruggezocht worden:

- Berekening;
- Moment van doodspuiten;
- Moment van poten;
- (Kunst)-mestgift;
- Toepassing van kiemremmer(s)

Van elk van deze zaken is bekeken of er een verband te vinden is met het kwaliteitsverloop van de aardappels

2.9 Beantwoording van de deelvragen

Het doel van de activiteiten die in de voorgaande paragrafen is beschreven, is het verzamelen van gegevens om de deelvragen die in dit onderzoek gesteld worden mee te beantwoorden. In deze

paragraaf wordt per deelvraag beschreven welke gegevens er op welke manier gebruikt zijn om tot een antwoord te komen.

2.9.1 Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?

Met behulp van beoordelingen van de monsters van partijen uit de bewaring van telers is per teler een beeld geschetst van hoe het kwaliteitsverloop is van de partij. Door de resultaten hiervan te vergelijken met het kwaliteitsverloop van de monsters van dezelfde partij in de referentiecél, is zichtbaar geworden of de partij beter bewaard had kunnen worden.

Partijen zullen op de lange termijn altijd gaan versuikeren, maar door een goed bewaarregime te hanteren kan dit zo lang mogelijk uitgesteld worden. Door de telerbewaringen te vergelijken met de referentiecél is gekeken of telers goed presteren op dit gebied.

Naast de resultaten van de praktijkproef is er een bron die gebruikt is bij het beantwoorden van deze deelvraag:

- *Bakkwaliteit Innovator* (Wansink, 2019): een onderzoek uit 2019 waarin partijen Innovators van 31 telers vergeleken werden met een referentiebewaring.

2.9.2 Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?

Er zijn een aantal rapporten gebruikt om tot een antwoord te komen op deze deelvraag:

- *Influence of Storage Practices on Acrylamide Formation during Potato Frying* (Wilde, et al., 2005), pagina 6554 - 6555: de resultaten staan hier beschreven van een proef waarin de drie rassen Bintje, Ramos en Saturna werden bewaard op 8°C en 4°C. Het verschil in acrylamide vorming is hier bepaald.
- *Aardappelbewaring* (Eeckhout & Boussery, 2003), pagina 24-25: een rapport dat is geschreven door de Belgische PCA (Proefcentrum voor de Aardappelteelt) als handleiding voor de bewaring van aardappels. Hierin staat op pagina 24 een tabel met acht rassen en op welke temperatuur deze minimaal bewaard moeten worden om kwaliteitsverlies te voorkomen.
- *Bakkwaliteit Innovator* (Wansink, 2019): in dit onderzoek is door R. Wansink onderzocht hoe het verschil in kwaliteitsverloop is van 31 partijen tussen een bewaartemperatuur van 6°C en 8°C.

De resultaten uit de praktijkproef kunnen vergeleken worden met de resultaten uit deze voorgaande onderzoeken. Door de bakcijfers van de monsters die in de 6°C bewaring liggen te vergelijken met bakcijfers van de monsters van dezelfde partijen die in de 8°C bewaring bewaard zijn, is het effect van deze temperaturen op de bakkleur bekeken. De bakcijfers die vergeleken zijn, zijn van april.

2.9.3 Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?

De bakcijfers van partijen na de stresstest zijn vergeleken met het gedrag van de Innovators later in de bewaarperiode. Er is gezocht naar een verband met bakcijfer aan het einde van de bewaarperiode(april). Dit is een eenvoudige vergelijking.

Er zijn geen onderzoeken bekend waarin dit soort proeven eerder uitgevoerd zijn, het antwoord op deze deelvraag is volledig gebaseerd op de resultaten van de praktijkproef. Dit geeft dan ook enkel een indicatie.

2.9.4 Wat is de invloed van 1,4Sight, met of zonder MH bespuiting, op de bakkleur van Innovators ten opzichte van CIPC?

Uit het onderzoek dat vorig jaar heeft plaatsgevonden leek de combinatie van 1,4Sight met MH een betere bakkleur op te leveren dan 1,4Sight zonder MH (Wansink, 2019). Van elke telers die meedoen in dit onderzoek is achterhaald welke vorm van kiemremming er toegepast is. Hiermee is nogmaals gekeken of dezelfde trend weer zichtbaar is.

Daarnaast is er in deze deelvraag gebruik gemaakt van de volgende bronnen om tot een antwoord te komen:

- *Influence of Storage Practices on Acrylamide Formation during Potato Frying* (Wilde, et al., 2005), pagina 6555: in dit onderzoek is van de drie rassen Bintje, Ramos en Saturna onderzocht wat de invloed is van de toepassing CIPC op de acrylamide vorming.
- *The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers* (Copp, Blenkinsop, Yada, & Marangoni, 2000), pagina 281: in dit onderzoek zijn gedurende 3 jaar 5 rassen gemonitord op bakkleur. Hierin is ook de invloed van CIPC uitgelicht.
- *Efficacy of sprout suppressants used alone, or in combination, to control sprouting of stored potato* (Harper, 2019), pagina 13-17: In dit onderzoek zijn met vijf aardappellrassen de invloed van verschillende kiemremmers en combinaties van kiemremmers getest. Hieruit kan de invloed van MH en het verschil tussen CIPC en 1,4Sight afgeleid worden. Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van AHDB(Agriculture and Horticulture Development Board, een Engels instituut dat onderzoek doet naar ontwikkelingen in de land- en tuinbouw.

2.9.5 Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur kunnen verklaren? (berekening, (kunst-)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooimoment)

De verschillen in bakkleur kunnen niet allemaal verklaard worden met de omstandigheden tijdens de bewaarperiode. Om toch de oorzaken voor de verschillen tussen partijen te kunnen verklaren zijn er een aantal gegevens verzameld over het groeiseizoen. Literatuur kan ondersteunen om de verschillende factoren te kunnen verklaren: Rooidatum (Levy, Genizi, & Goldman, 1990);

- *Compatibility of potatoes to contrasting seasonal conditions, to high temperatures and to water deficit: The association with time of maturation and yield potential* (Levy, Genizi, & Goldman, 1990): in dit onderzoek is de invloed van vochttekort en hittestress onderzocht in verschillende aardappellrassen.
- *The influence of tuber mineral element composition as a function of geographical location on acrylamide formation in different Italian potato genotypes* (Whittaker, et al., 2010): het onderzoek is gericht op de invloed van de elementen zink en koper en wat deze elementen in de knol doen in relatie tot de bakkleur. Dit onderzoek is in Italië uitgevoerd op Italiaanse aardappellrassen. Het geeft een indicatie voor de invloed van zink en koper op de vorming van acrylamide.
- *Teelt van Consumptie-aardappelen* (Loon, Veerman, & Bus, 1993), pagina 120-121: een teelthandleiding die in 1993 is samengesteld door PAGV. Er is ook een toelichting vermeld van de invloeden van pootmoment, oogstmoment en doodspuitmoment op de bakkleur van aardappelen.
- *The effect of seed source, presprouting and desiccation date on the processing quality of potato tubers for French fry production* (Burke, O'donovan, & Barry, 2005): een onderzoek in een samenwerking tussen een onderzoeksinstituut en de universiteit van Dublin, waarin onderzocht is wat het effect van verschillende teelthandelingen is op de bakkleur van aardappelen. Er is in dit

onderzoek gekeken naar twee rassen gedurende vier seizoenen. De invloed van het doodspuitmoment op de bakkleur is een onderdeel waarvan gebruik gemaakt is in dit onderzoek.

- *Calcium in de aardappel* (Velvis, 2001): dit rapport is een overzicht van de literatuur met betrekking op de functie van Calcium in aardappels.
- *Impact of Agronomic and Storage Practices on Acrylamide in Processed Potatoes* (Rosen, et al., 2018): dit rapport is een verzameling van informatie uit literatuur van onderzoeken die reeds gedaan zijn naar de invloeden van teeltfactoren op de bakkleur van aardappels. Hierin wordt de invloed van temperatuur en verschillende mineralen toegelicht (stikstof, fosfor, kali, magnesium, calcium, zink en koper)
- *Bakkwaliteit Innovator* (Wansink, 2019): in dit onderzoek is door R. Wansink onderzocht hoe beregening en mineralen in de knol invloed heeft gehad op de bakkleur van de aardappels tijdens een bewaarperiode tot en met juni. Dit is gedaan met partijen Innovators van 31 telers.

Van telers in het praktijkonderzoek zijn ook teeltgegevens opgevraagd. De gegevens die opgevraagd zijn, zijn voorvrucht, pootdatum, (kunst-)mestgiften, beregening, moment van doodspuiten en rooimoment. Deze gegevens zijn naast de bakcijfers van de aardappelen uit de referentiecel geplaatst om te zien of er verbanden zichtbaar zijn. Er is niet verder geanalyseerd dan alleen de zichtbaarheid van een verband. Er zijn namelijk teveel factoren om hier harde conclusies aan te verbinden. Wanneer er een verband zichtbaar is, geeft dit aanleiding tot een vervolgonderzoek.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek besproken. Per deelvraag worden de resultaten weergegeven en toegelicht. Dit hoofdstuk is alleen een weergave van de resultaten, zonder dat hier al conclusies over vermeld worden. In verband met de privacy van telers worden de telernummers vermeld in plaats van de telernamen. Om te voorkomen dat uitschieters invloed hebben op de resultaten wordt er bij de weergave van grafieken gebruikt gemaakt van medianen en percentielen.

3.1 Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?

In het praktijkgedeelte van deze proef zijn voor 46 telers monsters bewaard op 8°C in een referentiegel. Tijdens het bewaarstadium zijn deze drie keer beoordeeld op de bakkleur. Dit is een keer gedaan in december, een keer in februari en een keer in april. Gelijktijdig zijn er monsters opgehaald uit de telerbewaring van dezelfde partijen en ook beoordeeld op bakkleur. Naast resultaten uit de praktijkproef worden er ook resultaten toegelicht.

3.1.1 Reeds gedaan onderzoek

In het bewaarstadium 2018-2019 is hier onderzoek naar gedaan door Ruud Wansink. Uit dit onderzoek is gebleken dat er in de korte bewaring (tot februari) weinig tot geen verschil zit tussen de bakcijfers van aardappelen uit telerbewaringen en de aardappels uit een standaardbewaring op een bewaar temperatuur van 8°C. Bij lange bewaring is er echter wel verschil zichtbaar, hier wordt zichtbaar dat de verschillende bewaarregimes van telers invloed hebben op de bakcijfers. Eind mei zijn de bakcijfers uit telerbewaringen gemiddeld 0,8 punten hoger dan de bakcijfers uit de standaardbewaring (Wansink, 2019). In de standaardbewaring in dit onderzoek is ingekoeld met 1,25°C per week en bewaard op een constante temperatuur van 8°C, wat vergelijkbaar is met de referentiegel uit dit onderzoek.

3.1.2 Bakkleurverloop telerbewaringen en referentiegel

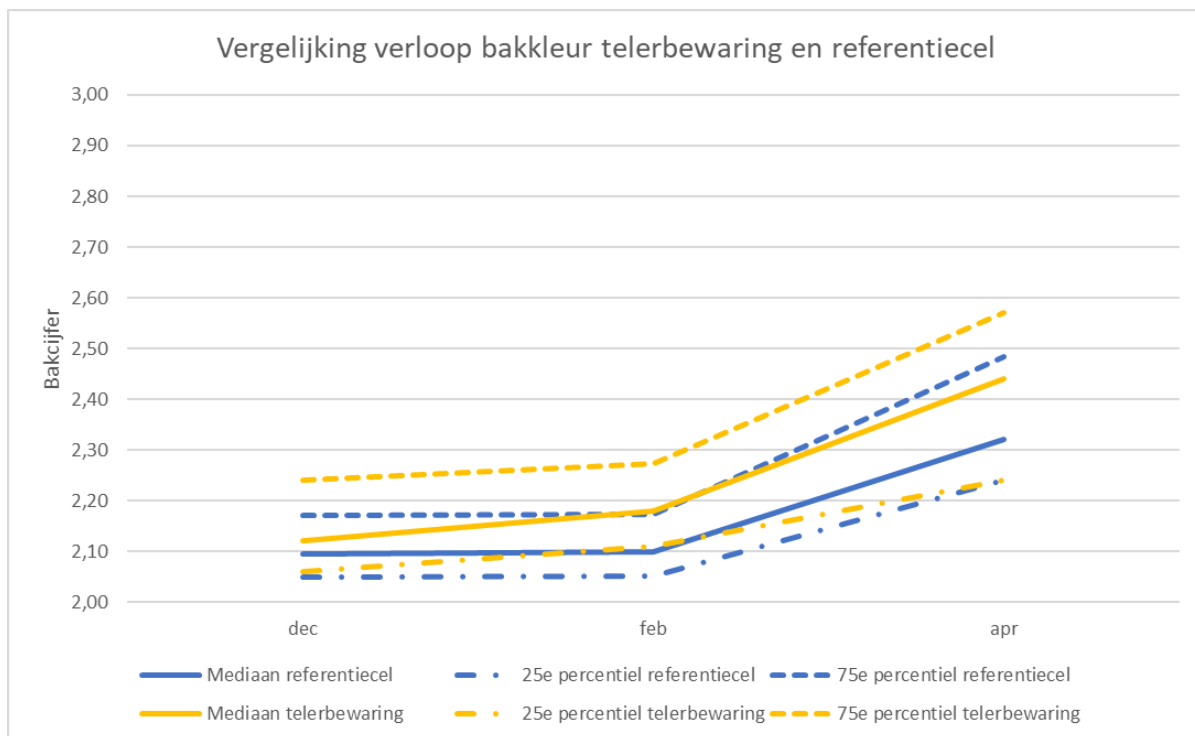
Bakcijfers telerbewaringen en referentiegel

	dec	feb	apr
Mediaan referentiegel	2,09	2,10	2,32
25e percentiel referentiegel	2,05	2,05	2,24
75e percentiel referentiegel	2,17	2,17	2,48
Mediaan telerbewaring	2,12	2,18	2,44
25e percentiel telerbewaring	2,06	2,11	2,24
75e percentiel telerbewaring	2,24	2,27	2,57

Tabel 3.1 Bakcijfers telerbewaringen en referentiegel

In Tabel 3.1 zijn de resultaten van deze proef weergegeven. Van de in totaal 46 telers waren er in april nog 31 telers die de aardappels nog niet afgeleverd hadden. Voor de juistheid van de gegevens zijn voor elk beoordelingsmoment dan ook alleen de bakcijfers van deze 31 telers meegenomen.

Van de bakcijfers uit de telerbewaringen en uit de referentiegel zijn medianen en percentielen per beoordelingsmoment berekend. Hiermee zijn de uitschieters uit de resultaten gefilterd. Het 25^e percentiel is de lijn waaronder de 25% laagste bakcijfers zitten. Het 75^e percentiel is de lijn waarboven de 25% hoogste bakcijfers zitten. In Figuur 3.2 zijn de gegevens uit Tabel 3.1 in een grafiek weergegeven.

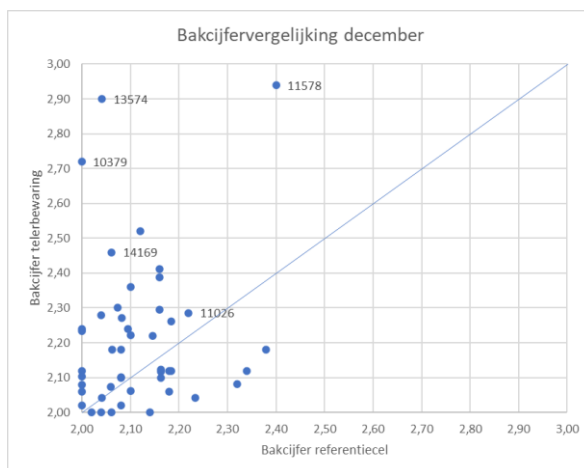


Figuur 3.1 Vergelijking verloop bakkleur telerbewaring en referentiegel

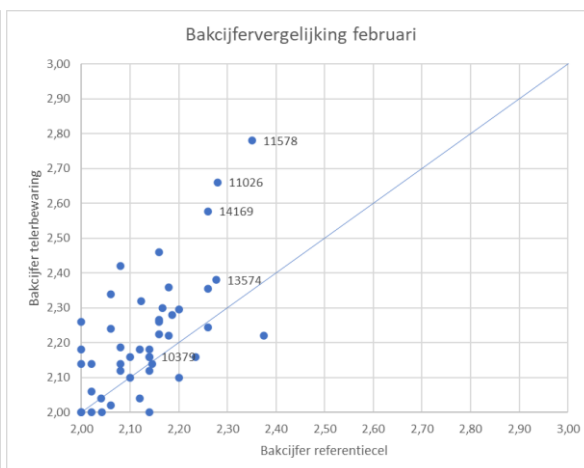
Aan de mediaan is te zien dat de bakcijfers uit de telerbewaringen en referentiegel in december qua bakcijfer weinig verschilden. In februari ligt de mediaan van de bakcijfers uit de telerbewaringen een kleine 0,1 hoger dan de mediaan van de bakcijfers uit de referentiegel. In april herhaalt dit beeld zich. De 25% laagste bakcijfers hebben op alledrie de beoordelingsmomenten weinig verschil tussen het bakcijfer in de telerbewaring en in de referentiegel. De 25% hoogste bakcijfers hebben wel op alledrie de beoordelingsmomenten ongeveer 0,1 punt verschil.

3.1.3 Resultaten per beoordelingsmoment

In deze paragraaf zijn de bakcijfers per beoordelingsmoment gesplitst. Op deze manier kunnen opvallende resultaten worden gevonden en uitgelicht.



Figuur 3.3 Bakkleurvergelijking december

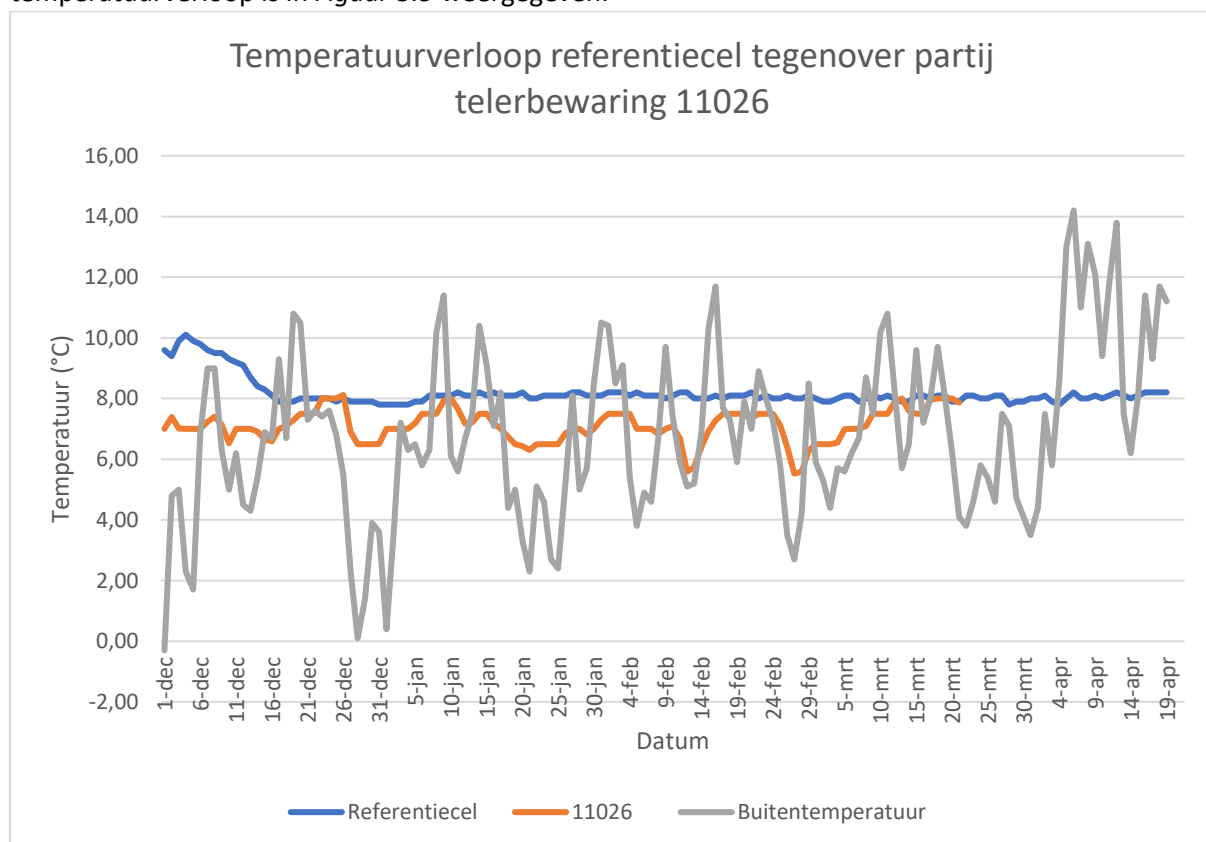


Figuur 3.4 Bakkleurvergelijking februari

In de *Figuur 3.3* Bakkleurvergelijking december en *Figuur 3.4* zijn de bakcijfers van alle 46 deelnemende partijen weergegeven in december en februari. Van de y-as kan het bakcijfer uit de telerbewaringen uitgelezen worden en van de x-as kan het bakcijfer in de referentiecel worden afgelezen. Voor de partijen op de diagonale lijn geldt dat ze in de telerbewaring en in de referentiecel hetzelfde bakcijfer hebben. De partijen die boven de lijn staan hebben een lager bakcijfer in de referentiecel en de partijen die onder de lijn staan hebben een lager bakcijfer in de telerbewaring.

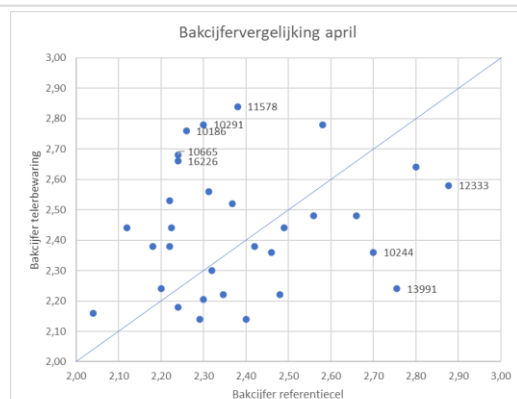
In december vallen er drie partijen op; 13574, 11578 en 10379. Deze partijen hebben allen al een relatief donkere bakkleur in de telerbewaring, terwijl dit in de referentiecel niet het geval is. Van zowel 13574 als 10379 is in *Figuur 3.4* zichtbaar dat de bakkleuren weer gedaald zijn. De bakkleur van partij 11578 is echter nog wel hoog. 11578 is van de deelnemende partij de laatst geogste partij, op 17 november.

In de bakcijfers van februari twee nieuwe opvallende partijen. Dit zijn de partijen 11026 en 14169. Van de partij 11026 is het temperatuurverloop tijdens de bewaarperiode bekend. Dit temperatuurverloop is in *Figuur 3.5* weergegeven.



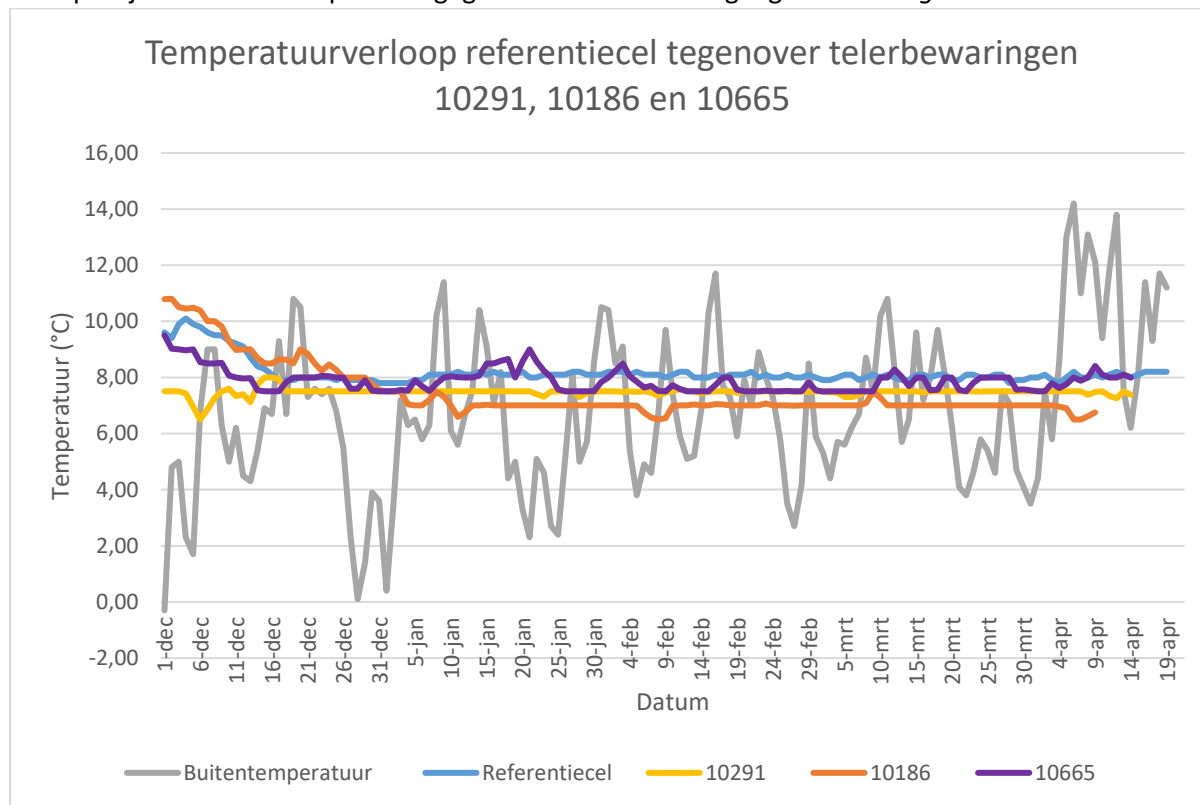
Figuur 3.5 11026 Temperatuurverloop 11026 tegenover referentiecel

In *Figuur 3.6* **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de bakcijfers uit de telerbewaringen en uit de referentiecel op het beoordelingsmoment in april afgebeeld. Op dit beoordelingsmoment is een aantal van de partijen reeds afgeleverd, waardoor er nog 31 partijen overblijven. In dit diagram zijn de partijen waarin de bakcijfers in telerbewaring en referentiecel opvallend verschillen weer gemarkeerd met het telernummer. Partij 11578 blijft de partij met het hoogste bakcijfer in de telerbewaring, zoals deze in

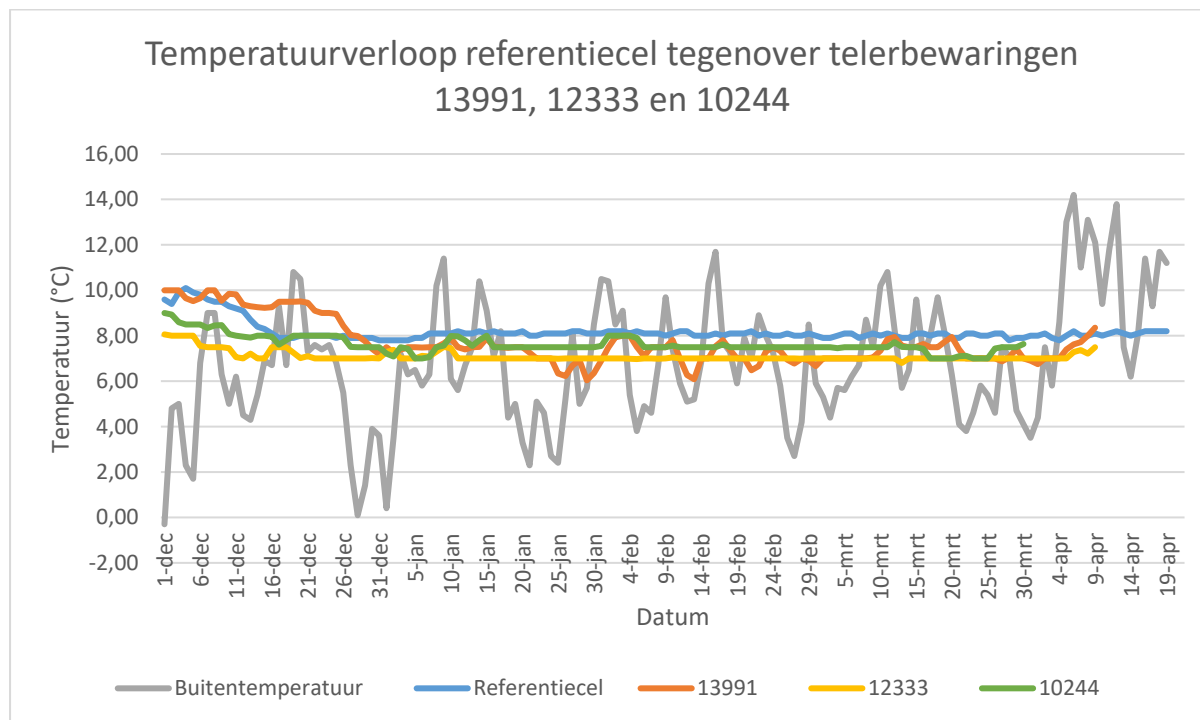


Figuur 3.6 Bakcijfervergelijking april

december en februari ook was. De partijen 16226, 10665, 10186, 10291 en 11578 hebben in de telerbewaring een hoger bakcijfer dan in de referentiegel. Van de partijen waarvan het temperatuurverloop tijdens de bewaring bekend is staan in deze afgebeeld in *Figuur 3.7*. De partijen 10244, 13991 en 12333 hebben in de telerbewaring een lagere bakkleur dan in de referentiegel. Van deze partijen staan de temperatuurgegevens uit de bewaring afgebeeld in *Figuur 3.8*.



Figuur 3.7 Temperatuurverloop referentiegel tegenover telerbewaringen 10291, 10186 en 10665



Figuur 3.8 Temperatuurverloop referentiegel tegenover telerbewaringen 13991, 12333 en 10244

3.2 Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?

Voor deze deelvraag wordt gebruik gemaakt van resultaten van drie reeds voltooide onderzoeken. Hiernaast zijn er in de praktijkproef van dit onderzoek Innovator monsters van 25 telers bewaard op zowel 6°C als 8°C en beoordeelt op bakkleur in april. De resultaten van deze proef zullen ook gebruikt worden.

3.2.2 Resultaten uit literatuurstudie

In een rapport dat geschreven is in 2005 staat een onderzoek beschreven waarbij de drie rassen Bintje, Ramos en Saturna bewaard zijn op 4°C en 8°C (Wilde, et al., 2005). Hierin is de vorming van acrylamide bij het bakken van de aardappels gedurende het bewaarseizoen gemonitord. Gedurende 30 weken was er in de aardappelen die bewaard zijn op 8°C geen significante veranderingen gevonden in het vormen van acrylamide. Bij de aardappelen die bewaard zijn op 4°C werd al na 8 weken een stijging van de vorming van acrylamide gevonden. Een diagram van deze resultaten hiervan is in *Figuur 3.9* afgebeeld.

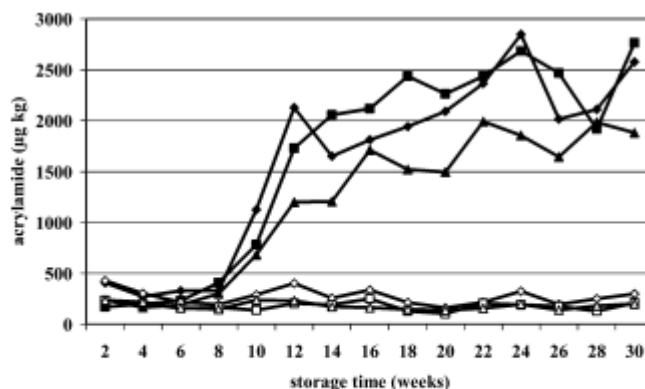
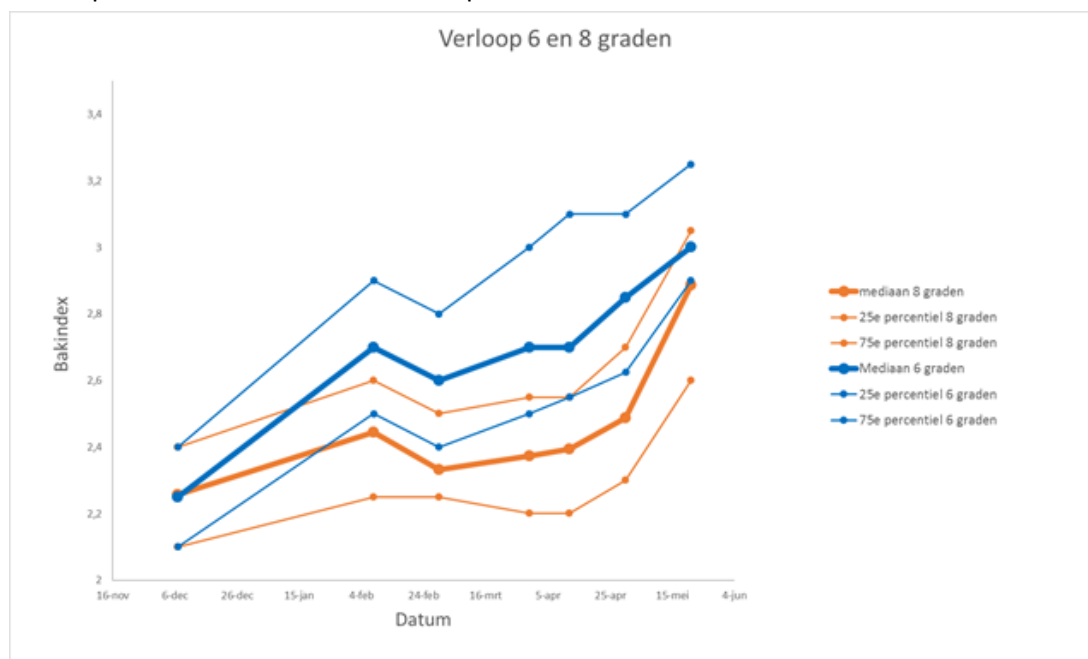


Figure 4. Influence of storage time and temperature on acrylamide formation during frying of three varieties (Bintje, Ramos, Saturna) stored at 4 °C and 8 °C over 24 weeks, expressed in $\mu\text{g kg}^{-1}$. (◆ = Bintje, 4 °C; ■ = Ramos, 4 °C; ▲ = Saturna, 4 °C; ◇ = Bintje, 8 °C; □ = Ramos, 8 °C; △ = Saturna, 8 °C.)

Figuur 3.9 acrylamide vorming bij 4°C en 8°C (Wilde, et al., 2005)

In 2003 is er door de Belgische PCA (Proefcentrum voor de Aardappelteelt) een handleiding geschreven voor de bewaring van aardappelen (Eeckhout & Boussery, 2003). Hierin wordt vermeld dat een te koude bewaartemperatuur een te hoge bakkleur veroorzaakt. Per ras verschilt de ideale bewaartemperatuur. De ideale bewaartemperatuur varieert tussen rassen van 6°C tot en met 8°C.

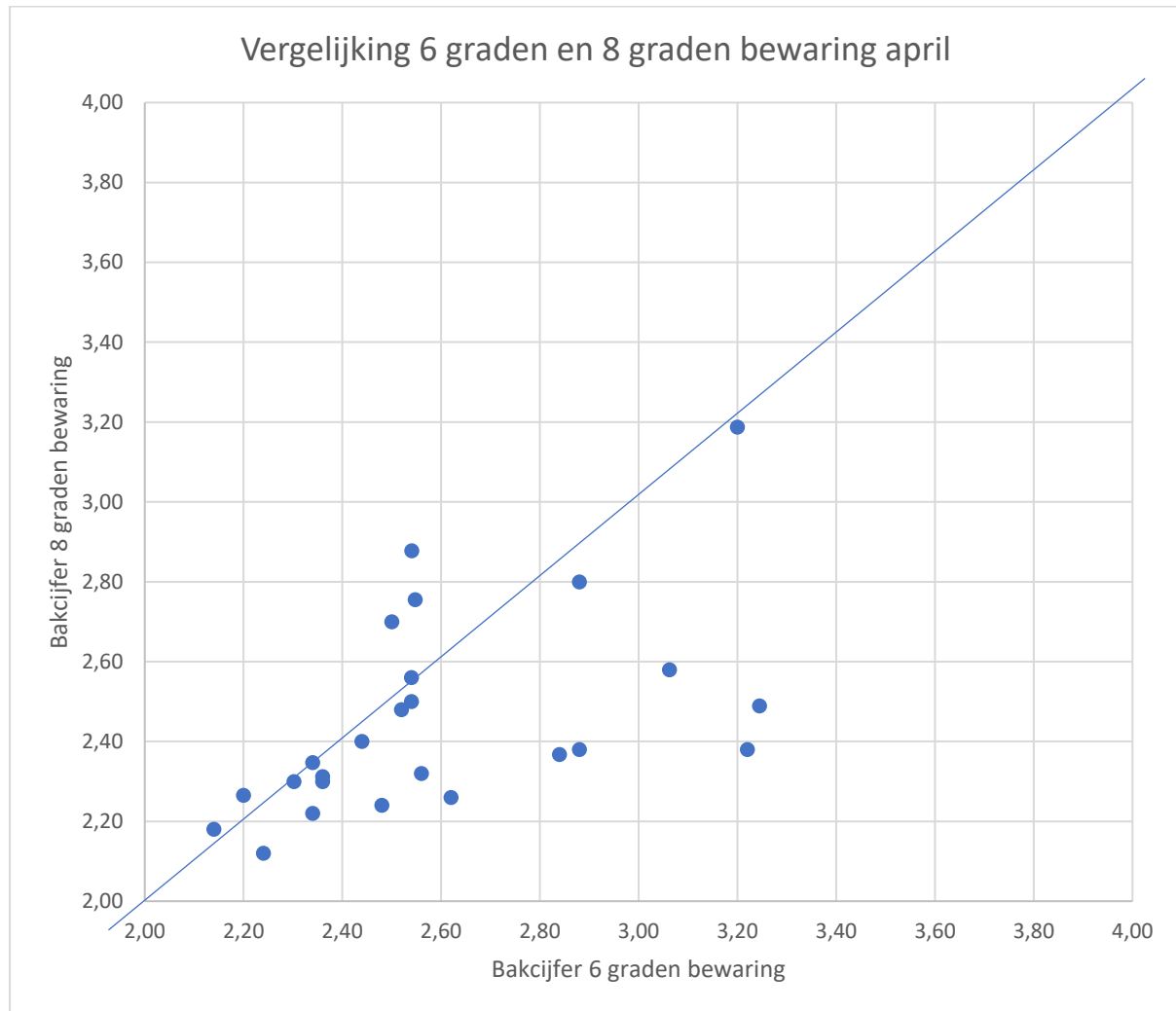


Figuur 3.10 Kwaliteitsverloop Innovators bij 6°C en 8°C bewaring (Wansink, 2019)

In het bewaarseizoen 2018-2019 is er onderzoek gedaan naar het kwaliteitsverloop van aardappelen van het ras Innovator op de bewaartemperaturen 6°C en 8°C (Wansink, 2019). In dit onderzoek zijn aardappelen van 31 verschillende partijen gebruikt. De aardappelen die op 6°C bewaard werden hebben in dit onderzoek vanaf februari een hoger bakcijfer dan de aardappelen die op 8°C bewaard worden. Vanaf april gaan de aardappelen in de 8°C ook stijgen in bakcijfer.

3.2.3 Resultaten praktijkproef

Van 24 Innovator partijen zijn monsters van 50 knollen bewaard op zowel 6°C als 8°C. In april is de bakkleur van deze monsters beoordeeld. De bakcijfers van dit moment zijn weergegeven in *Figuur 3.11*.

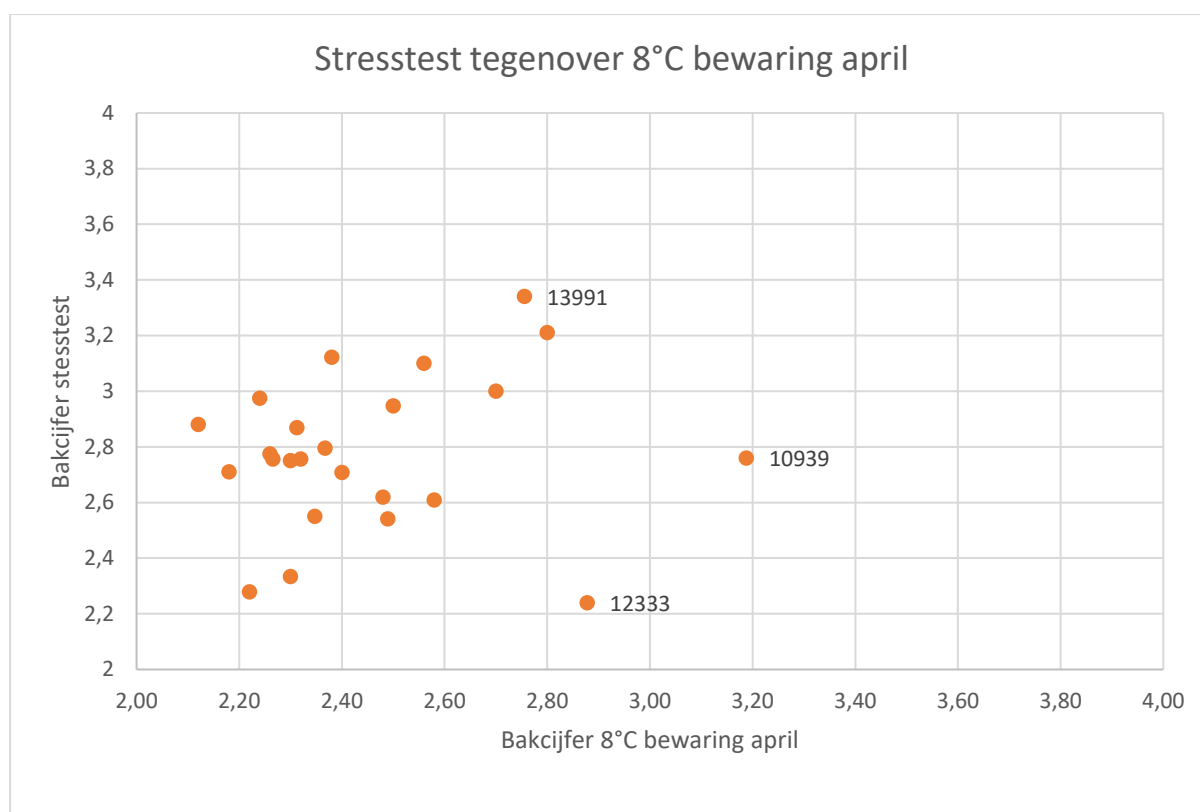


Figuur 3.11 Bakcijfers na 6°C en 8°C bewaring

Elke stip in dit figuur staat voor een partij. Het bakcijfer van de partij in de 6°C bewaring is op de x-as af te lezen en het bakcijfer in de 8°C bewaring is op de y-as af te lezen. Wanneer de stip van een partij op de diagonale lijn ligt, betekent dit dat de partij zowel in de 6°C bewaring als in 8°C bewaring hetzelfde bakcijfer heeft. De meerderheid van de partijen ligt onder de diagonale lijn, wat betekent dat de meeste partijen een hoger bakcijfer uit de 6°C bewaring hadden dan uit de 8°C bewaring. Enkele partijen lieten echter wel zien dat de bakkleur na 6°C lager was. Het gemiddelde bakcijfer uit de 6°C bewaring was 2,60 en het gemiddelde bakcijfer uit de 8°C bewaring was 2,45.

3.3 Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?

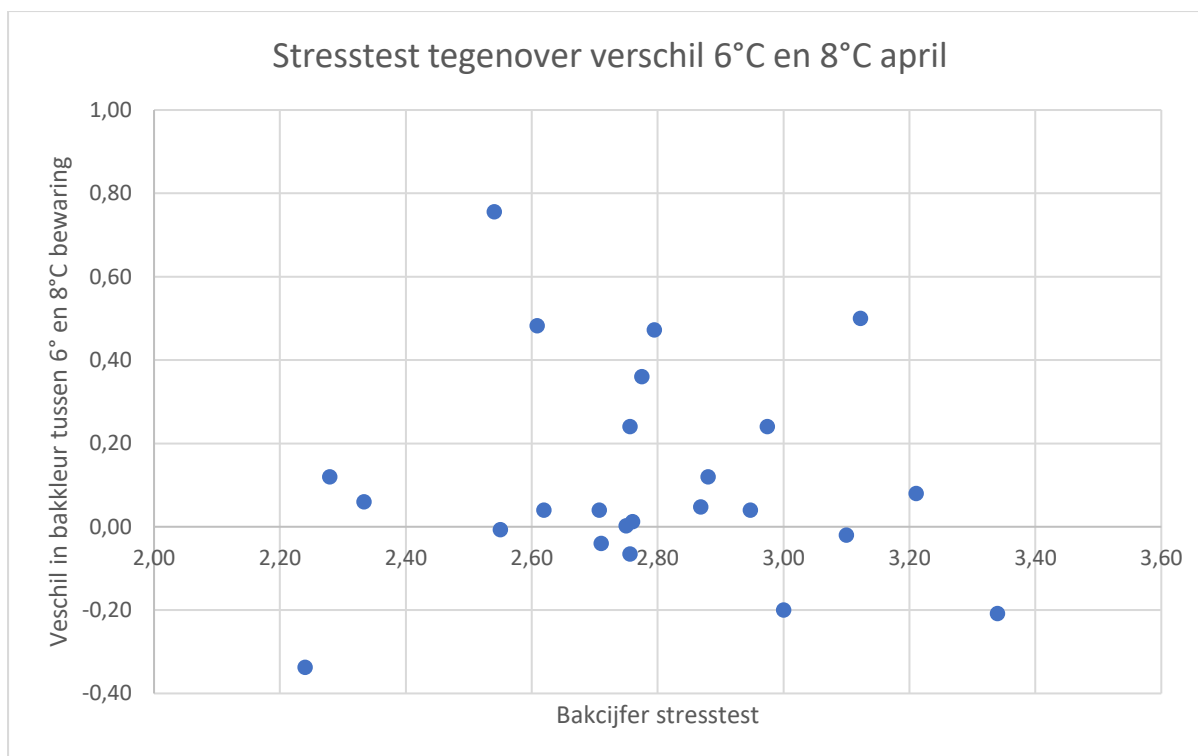
Bij de in dit onderzoek gebruikte stresstest zijn monsters na de oogst zonder inkoelperiode in een bewaarcel geplaatst waarin een constante temperatuur van 6°C werd aangehouden. Voor dit experiment zijn geen eerdere onderzoeken gedaan, dus zijn er alleen resultaten uit de praktijkproef beschikbaar. De stresstest is uitgevoerd met monsters van 24 partijen. Na drie weken in de bewaarcel zijn de monsters beoordeeld op bakkleur. Het gemiddelde van de gemeten bakcijfers na de stresstest is 2,78.



Figuur 3.12 Stresstest tegenover 8°C bewaring april

In *Figuur 3.12* zijn de resultaten van de stresstest uitgezet tegen de bakcijfers van de partijen in april uit de 8°C bewaring. Op dit moment zijn de partijen 12333 en 10939 de partijen met het hoogste bakcijfer uit de referentiegel op 8°C. Deze partijen hebben na de stresstest echter geen hoger bakcijfer dan de overige partijen. De partij 13991 heeft na de stresstest het hoogste bakcijfer. In de referentiegel heeft deze partij in april een bakcijfer van 2,76.

In *Figuur 3.13* april zijn de verschillen tussen de bakcijfers in de 6°C en 8°C bewaring in april uitgezet tegen de resultaten van de stresstest. Er is geen duidelijke lijn te zien in de spreiding.



Figuur 3.13 Stresstest tegenover verschil 6°C en 8°C bewaring april

3.4 Wat is de invloed van 1,4Sight met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van de Innovators ten opzichte van CIPC?

Voor de beantwoording van deze deelvraag worden verschillende onderzoeken uit het verleden gebruikt. Hiernaast worden de resultaten uit de praktijkproef gebruikt.

3.4.1 Reeds gedaan onderzoek

In een onderzoek uit 2005 is de invloed CIPC op de vorming van acrylamide onderzocht in de rassen Bintje, Ramos en Saturna (Wilde, et al., 2005). Aardappelen zijn toen bewaard bij een temperatuur van 4°C en vervolgens 3 weken gereconditioneerd op een temperatuur van 15°C. In deze proef was er geen verschil in acrylamide vorming tussen wel en niet met CIPC behandelde aardappelen.

In een rapport uit 2000 staat een onderzoek beschreven waarin gedurende 3 jaar 5 rassen zijn gemonitord op bakkleur (Copp, Blenkinsop, Yada, & Marangoni, 2000). Kort na het behandelen met CIPC was er in sommige rassen kleine piek in het bakcijfer te zien maar verder zijn er geen verschillen waargenomen tussen onbehandelde en behandelde aardappels.

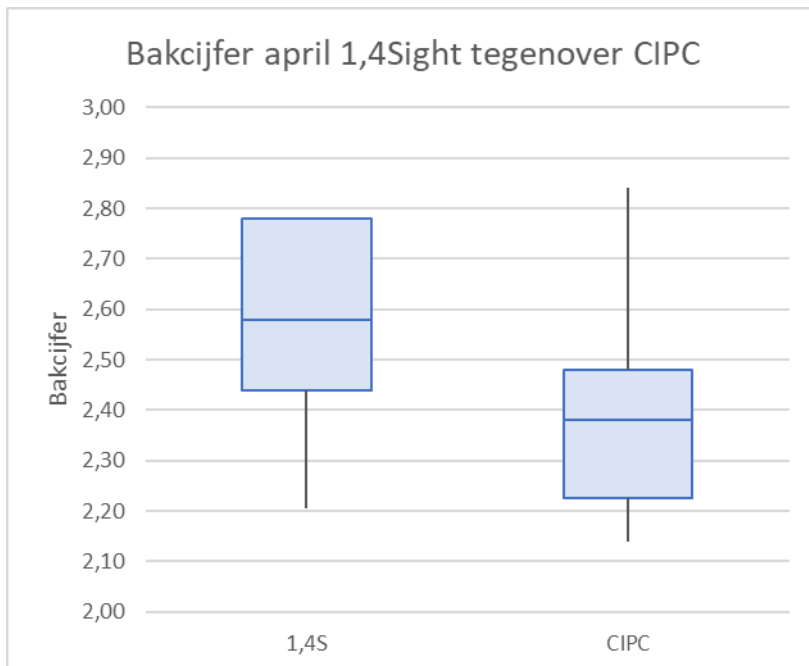
Na het oogstjaar 2018 is er door de AHDB (Agriculture and Horticulture Board), een onderzoek gedaan naar de invloed van verschillende kiemremmers op aardappelen (Harper, 2019). Hierin zijn vijf verschillende kiemremmers en de combinatie van deze kiemremmers met MH getest. De geteste kiemremmers zijn CIPC, ethyleen, Biox-M, 1,4Sight en MH. In Innovators had MH geen effect op de bakkleur. Over het algemeen was er geen verschil in bakcijfer tussen de verschillende kiemremmers, alleen ethyleen leek een iets hoger bakcijfer te veroorzaken. De verschillen in bakcijfers tussen de met CIPC of 1,4Sight behandelde monsters waren niet significant.

In onderzoek uit de bewaring van aardappels uit het oogstjaar 2018 is geen verschil zichtbaar tussen de met CIPC of 1,4Sight behandelde aardappelen (Wansink, 2019). Wel leken bij de toepassing van 1,4Sight de niet met MH bespoten aardappelen een hoger bakcijfer te geven dan de wel met MH

bespoten aardappelen. Echter is niet uit te sluiten dat dit met de vitaliteit van het gewas te maken gehad heeft.

3.4.2 Resultaten praktijkproef

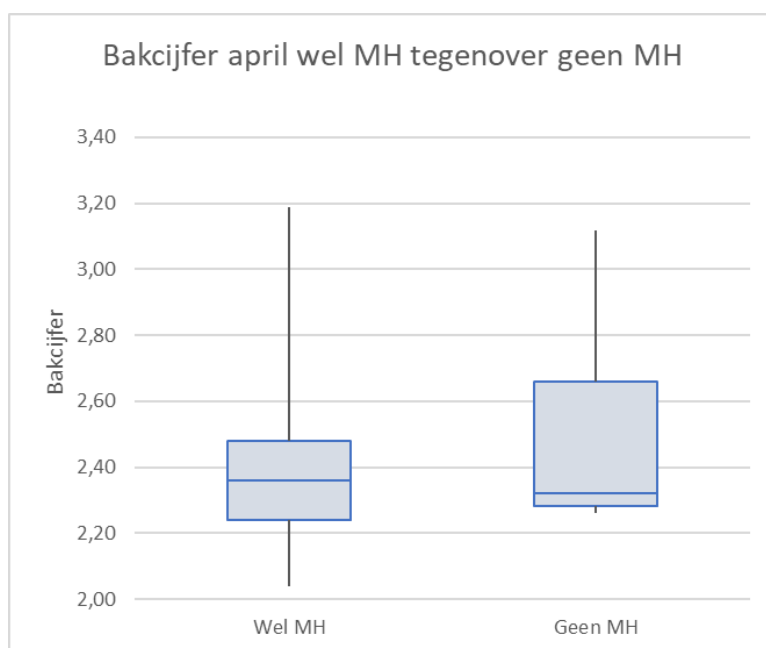
Om de invloed van kiemremmers te zien moet er gekeken worden naar de bakcijfers in telerbewaringen en dan zo laat mogelijk in de bewaarperiode. Daarom zijn de bakcijfers uit de telerbewaringen van april genomen, om hiermee te bekijken of kiemremmers hier invloed op gehad kunnen hebben. Op dit moment zijn er 23 telers die de partij nog niet afgeleverd hebben en waarvan de wijze van kiemremming bekend is. Vijf telers hiervan hebben 1,4Sight toegepast, de overige 18 telers hebben CIPC toegepast. Om de resultaten hiervan inzichtelijk te maken is er een boxplot gemaakt, weergegeven in *Figuur 3.14 Bakcijfer april 1,4Sight tegenover CIPC*.



Figuur 3.14 Bakcijfer april 1,4Sight tegenover CIPC

De middelste lijn van die twee balken is de mediaan. De vakken hierboven en onder zijn de eerste en derde kwartielen. De dunne lijnen zijn de uitschieters naar de minima en maxima. Gemiddeld hebben de met 1,4Sight behandelde aardappelen een bakcijfer van 0,2 punt hoger dan de bakcijfers van de met CIPC behandelde aardappelen. De met 1,4Sight behandelde partijen zijn in het veld allemaal met MH bespoten, van de met CIPC behandelde partijen zijn er drie niet met MH bespoten, de rest wel. Er kan dus niet gekeken worden of de combinatie van 1,4Sight met of zonder MH verschillen opbrengt.

Om de invloed van de MH bespuiting te analyseren is er gekeken naar de monsters uit de 8°C referentiecel. De MH toepassing is immers al gebeurd voor de bewaarperiode. Vergelijking tussen wel met MH en niet met MH behandelde aardappelen is weer door middel van een boxplot gedaan, weergegeven in *Figuur 3.15*. Gemiddeld gezien hebben aardappelen die niet behandeld zijn met MH een hogere bakkleur dan aardappelen die wel behandeld zijn met MH.



Figuur 3.15 Bakcijfer april wel MH tegenover geen MH

3.5 Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (beregening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooidatum)

Voor de beantwoording van deze deelvraag wordt gebruikt gemaakt van data uit rapporten van onderzoeken uit het verleden en data uit het praktijkonderzoek. Uit het praktijkonderzoek zijn de teeltverslagen van de telers opgevraagd. Niet elke teler heeft hier gehoor aan gegeven, dus kunnen niet alle deelnemende partijen gebruikt worden voor de beantwoording van de deelvraag. De gegevens over beregening en (kunst)mestgift zijn bekend van 31 telers. De data van poten, loofdoding en rooien zijn bekend van 28 telers.

3.5.1 Beregening

In een onderzoek uit 1990 is het effect van hitte en een vochttekort waargenomen in verschillende aardappellassen (Levy, Genizi, & Goldman, 1990). Deze factoren zijn onder veldomstandigheden lastig van elkaar te onderscheiden, dus daarom is dit onderzoek in een kas uitgevoerd. Vochttekort op zichzelf leek geen oorzaak voor een te hoge bakkleur, maar in combinatie met hittestress kon dit de suikervorming wel verergeren.

In een rapport uit 2008 wordt ook hittestress als oorzaak genoemd voor een verhoogd bakcijfer (Thompson, Love, Sowokinos, Thornton, & Shock, 2008). Bij een hoge temperatuur wordt er daarom irrigatie geadviseerd om de plant af te koelen. Een resultaat uit dit rapport is tevens dat een kort vochttekort meer effect kan hebben op de bakkleur dan een langdurig vochttekort. Bij een vroeg tekort van vocht zal de plant zich dieper wortelen en beter weerbaar worden tegen een vochttekort. In onderzoek uit het oogstjaar 2018 is zichtbaar geworden dat voldoende beregening een positief effect heeft op het bakcijfer van een partij (Wansink, 2019). Niet alleen de hoeveelheid, maar ook het tijdstip waarop begonnen wordt met beregenen heeft invloed. Partijen die eerder beregend waren, hadden over het algemeen een betere bakkleur na lange bewaring.

In *Bijlage 2*: Beregen giftenzijn de giften in millimeters van de beregening per teler per maand weergegeven. Hiernaast is ook het bakcijfer uit de referentiecel en het totale gift van de beregening weergegeven. Er zijn zeven telers die niet beregend hebben. De overige telers hebben gemiddeld ongeveer 60 millimeter beregend. Eén teler is al in april begonnen met beregenen, deze teler heeft voor het frezen van de aardappelluggen beregend. Daarnaast zijn er vier telers die in mei begonnen zijn met beregenen. De meeste telers zijn in juni begonnen met beregenen. Veel telers hebben in juli ook nog een of twee giften beregent. Enkele telers hebben ook in augustus nog beregend.

Zichtbaar uit het overzicht wordt dat er een aantal niet beregende partijen ook een hoger bakcijfer hebben. Dit zijn de partijen van telers 12333, 13646 en 10939. Er zijn echter ook nog een aantal partijen die niet beregend zijn, maar wel een bakcijfer van onder de 2,5 hebben. Dit zijn de partijen 10665, 10379, 10194 en 10552. De verschillen tussen giften en tussen bakcijfers zijn doormiddel van kleur inzichtelijk gemaakt in de tabel.

3.5.2 (Kunst)mestgift

Er is veel onderzoek gedaan naar de invloed van bepaalde mineralen op de versuikering van aardappels. PAA(The Potato Association of America) heeft deze onderzoeken in 2018 gebundeld in een rapport (Rosen, et al., 2018). De invloed van stikstofbemesting op de reducerende suikers is wisselend. De invloed van stikstof lijkt sterk afhankelijk te zijn van ras en groeiseizoen. Het is wel bekend dat wanneer de stikstofbemesting hoog ligt, de rijpheid van de plant ook later komt.

Het verband tussen fosfaat en versuikering is ook wisselend (Rosen, et al., 2018). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de fosfaattoestand van de bodem waarin de aardappel groeit. In een bodem die al een hoge fosfaattoestand hebben, zal fosfaatbemesting geen invloed hebben op de

versuikering van de aardappels. Wel kan bij een gewas wat groeit in een bodem met een te lage bodemvoorraad fosfaat, te weinig fosfaatbemesting waarschijnlijk wel leiden tot een eerdere versuikering van de aardappels.

Meerdere onderzoeken hebben aangetoond dat er een belangrijk verband is tussen kalium en de bakkwaliteit van aardappels. Bemesting met kalium lijkt te resulteren in een lager gehalte reducerende suikers, dus een betere bakkleur. Ook voor dit mineraal geldt echter dat er gekeken moet worden naar de bodemvoorraad die aanwezig is. Wanneer de bodemvoorraad al hoog genoeg is, is het ook niet nodig om een extra kaliumbemesting te doen. (Rosen, et al., 2018)

In Engeland is er onderzoek gedaan naar de invloed van zwavel bemesting op de versuikering van aardappels. Het zwavelgehalte in de knol zelf lijkt geen invloed te hebben op de versuikering van de aardappels. Wel lijkt een goed zwavelgehalte de invloed van te veel stikstofbemesting op te kunnen vangen. Bij te veel stikstofbemesting rijpt de plant namelijk niet snel af, wat hogere reducerende suikergehaltes geeft (Rosen, et al., 2018).

Uit onderzoek in Italië is gebleken dat de koper- en zinkgehalten in de knol ook invloed hebben op de vorming van reducerende suikers. Het lijkt dat hoge gehalten van de mineralen ook een positieve invloed hebben op de bakkwaliteit. Dit onderzoek heeft echter niet langer plaatsgevonden dan 29 dagen na de oogst, dus is er voor de lange bewaring geen informatie van het effect bekend (Whittaker, et al., 2010).

Calcium is in de plant belangrijk als een onderdeel van de celwanden en celmembranen. Een tekort aan dit mineraal levert een lagere opbrengst en slechtere weerstand tegen bepaalde ziekten en plagen op (Velvis, 2001). Naar de directe invloed van calcium op de bakkwaliteit van friet is geen onderzoek gedaan.

In het onderzoek uit het voorgaande oogstjaar is er ook onderzoek gedaan naar de invloed van mineralen in de knol op de bakkleur na lange bewaring (Wansink, 2019). Partijen die een hoog bakcijfer hebben, hebben over het algemeen ook een lager mineralengehalte in de knol.

In *Bijlage 3*: NPK giften zijn de giften van kunstmest en dierlijke mest in waarden van stikstof, fosfaat en kali per hectare gegeven. Bij de berekening van de stikstof-, fosfaat- en kaligehalten uit dierlijke mest is in eerste instantie uitgegaan van resultaten van monstergegevens die aangeleverd werden door de telers. Indien er geen monstergegevens beschikbaar waren, is er uitgegaan van de forfaitaire gehalten in dierlijke mest van die de RVO voorschrijft (RVO, 2019). De werkingscoëfficiënt die is toegepast op de gehalten uit de dierlijke mest is ook de werkingscoëfficiënt die de RVO voorschrijft (RVO, 2018). Voor de gehalten uit kunstmest is uitgegaan van een werkingscoëfficiënt van 100%

In verband met deadline van dit onderzoek zijn alleen de mineralen stikstof, fosfaat en kali in dit onderzoek verwerkt. Ook is er niet gekeken naar de bodemanalyses van de percelen waarop geteeld is. Verschillen tussen de giften en bakcijfers zijn doormiddel van kleur inzichtelijk gemaakt.

3.5.3 Pootdatum

Er zijn geen voorgaande onderzoeken gevonden waarin er gezocht is naar een direct verband tussen pootdatum en bakcijfer. Om deze reden wordt er voor de invloed van pootdatum alleen gekeken naar de resultaten uit dit praktijkonderzoek. In *Bijlage 4*: belangrijke data teelt is in de derde kolom van de partijen de pootdatum gegeven. De eerste partij is op 7 april gepoot en de laatste partij op 27 april. De verschillen zijn doormiddel van kleur inzichtelijk gemaakt. De vroegste datum is groen en de laatste datum is rood. De partijen zijn van boven naar beneden gesorteerd op bakcijfer in april in de referentiebewaring.

3.5.4 Moment van doodspuiten

In een onderzoek uit 2005 is de invloed van het moment van doodspuiten op de bakkleur bekeken (Burke, O'donovan, & Barry, 2005). Gedurende vier seizoenen is hierin gekeken naar de rassen Maris Piper en Rooster. In dit onderzoek is geen verband gevonden tussen het moment van doodspuiten en de bakkleur.

De loofdodingsmomenten zijn in *Bijlage 4*: belangrijke data teelt weergegeven in de vierde kolom. De twee partijen die het vroegst geroid zijn, zijn op 4 september doodgespoten. De laatste partij is op 28 september doodgespoten, dit is tevens de partij die als laatste gepoot is. Er is één partij die niet doodgespoten is. Al de partijen zijn met het middel Reglone doodgespoten.

3.5.5 Rooidatum

Een teelthandleiding die in 1993 is samengesteld door PAGV is het rooimoment van grote invloed op de bakkleur van aardappelen (Loon, Veerman, & Bus, 1993). Het rooien moet gebeuren op het moment dat de knol fysiologisch rijp is. Op dit moment is de schil goed en zullen er tijdens de oogst zo weinig mogelijk beschadigingen ontstaan. Hiernaast is het gehalte reducerende suikers in de knol op dit moment het laagst, wat een lage bakkleur geeft (Rosen, et al., 2018).

In *Bijlage 4*: belangrijke data teelt zijn in de vijfde kolom de roodata weergegeven. De eerste partij is op 22 september geroid en de laatste partij is op 17 november geroid. Door de regenachtige omstandigheden tijdens de rooiperiode zit er veel spreiding tussen de roodata. De datum die in het overzicht staat is de datum dat er begonnen is met het rooien van de partij. Per partij kan de oogst een aantal dagen duren, afhankelijk van de omstandigheden en rooicapaciteit van de teler. Een opvallend verschijnsel is dat de vijf slechtst presterende partijen op het gebied van bakcijfer ook vrij vroeg geroid zijn.

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten per deelvraag besproken. Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te waarborgen moeten de resultaten kritisch bekeken worden en vergeleken worden met resultaten uit het verleden.

4.1 Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?

In een vergelijkbaar onderzoek van Innovators uit het voorgaande oogstjaar bleek het bakcijfer uit de telerbewaring gemiddeld 0,8 punten hoger te zijn dan die uit de standaardbewaring. In het praktijkonderzoek van dit rapport zijn er bakkleurmetingen gedaan tot en met april, dus kan het verschil in mei niet vergeleken worden.

In dit onderzoek was het gemiddelde verschil in april ongeveer 0,1. Dit verschil is opvallend veel kleiner dan het gemeten verschil in het voorgaande onderzoek. Een oorzaak hiervan kan zijn dat een groot aantal deelnemende telers van dit jaar ook al meegedaan hebben in het voorgaande onderzoek. Velen van hen gaven aan hun bewaarregime te hebben aangepast na het zien van de resultaten van het voorgaande onderzoek.

In december waren er drie telers die opvielen om hun hoge bakcijfer in de telerbewaring. Van twee van deze drie telers werd in februari weer een lager bakcijfer gemeten. De partij 11578 bleef het gehele bewaar seizoen de partij met het hoogste bakcijfer. Dit is waarschijnlijk te verklaren door de oogstomstandigheden. Deze partij is namelijk als laatste van alle partijen onder koude omstandigheden gerooid. Dit heeft als gevolg dat de partij al vroeg suikers is gaan vormen. De twee partijen die in februari weer een lager bakcijfer hebben (10379 en 13574) hebben in de referentiecel allebei wel een laag bakcijfer. Vermoedelijk heeft de verhoging in bakcijfer dus te maken gehad met het bewaarregime van de teler.

In februari zijn er twee nieuwe partijen die een opvallend hoog bakcijfer in de telerbewaring hebben. Dit zijn de partijen 14169 en 11026. Deze partijen hebben allebei in de referentiecel nog een lager bakcijfer, dus heeft vorming van suikers vermoedelijk te maken met het bewaarregime van de teler. Van de teler 11026 is in het temperatuurverloop zichtbaar dat er zich temperatuurschommelingen hebben voorgedaan en de bewaar temperatuur lager ligt dan die in de referentiecel. Dit zijn waarschijnlijke oorzaken voor de versuikering.

In april zijn er een aantal partijen waarvan het bakcijfer in de telerbewaring slechter is, maar ook een aantal partijen waarvan het bakcijfer in de telerbewaring beter is. De slechtere partijen zijn 10291, 10186, 10665 en 16226. Van de partij 16226 is geen temperatuurverloop bekend, dus kan deze niet verklaard worden. De partij 10186 wordt in de telerbewaring bewaard op 7°C, waar vermoedelijk de oorzaak van het hogere bakcijfer vandaan komt, dit is namelijk 1°C kouder dan die in de referentiecel. De partij 10291 is van 8 november tot en met 15 november ingekoeld van 10,5°C naar 7,5°C. Dit is 3°C in 1 week, 2,5 keer zo snel is dan in de referentiecel. Dit verklaard waarschijnlijk ook dat deze partij eerder gaat versuikeren. Van de partij 10665 laat de bewaar temperatuur buiten een aantal temperatuurschommelingen geen bijzondere verschijnselen zien.

De partijen 12333, 10244 en 13991 hebben in april betere bakcijfers in de telerbewaring dan in de referentiecel. Deze resultaten zijn opvallend omdat de temperatuurverlopen uit de telerbewaringen niet veel beter zijn dan het temperatuurverloop van de referentiecel. De partij 13991 laat veel schommelingen zien en de partij 12333 heeft een relatief lage bewaar temperatuur.

Naast de temperatuur in de telerbewaringen hebben de factoren CO₂-gehalte en luchtvochtigheid ook invloed op de bakcijfers. Deze factoren zijn niet meegenomen in dit onderzoek, omdat sensoren hiervoor te duur zijn. De verschillen in bakcijfers in telerbewaringen kunnen dus niet geheel veroorzaakt zijn door de temperatuurregimes, omdat de CO₂-gehalten en luchtvochtigheid in de telerbewaringen waarschijnlijk onderling verschilt hebben.

4.2 Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?

Uit de bekende literatuur wordt duidelijk dat de bewaartemperatuur van grote invloed is op de bakkleur van aardappelen. Bij een te koude bewaartemperatuur zullen de aardappelen door koudeversuikering al vroeg suikers gaan vormen en zal het bakcijfer verhogen. Bij een te warme bewaartemperatuur zal er eerder veroudering plaatsvinden.

In het onderzoek zijn in april monsters vergeleken die op 6°C en 8°C bewaard zijn. Een overtuigend beeld is dat de meeste partijen na bewaring op 8°C een beter bakcijfer hebben dan na een bewaring op 6°C. Dit beeld komt overeen met het beeld wat uit de literatuur opgemaakt kan worden. Toch zijn er een klein aantal partijen die op 6°C beter presteren. Vermoedelijk wordt in het groeiseizoen bepaald dat er ook partijen zijn die beter te bewaren zijn op 6°C. Welke omstandigheden dit bepalen is nog onbekend, dit is een interessant onderwerp om in een vervolgonderzoek te verdiepen.

4.3 Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?

Het doel van de stresstest om te voorspellen wat Innovators doen in de bewaarperiode op het gebied van suikervorming. Hiervoor moet er een verband zijn tussen het bakcijfer uit de stresstest en het bakcijfer na de bewaring. Hiervoor zijn de bakcijfers na de stresstest uitgezet tegen de bakcijfers in april na bewaring op 8°C. In deze spreiding is geen verband zichtbaar. Partijen die in april een hoog bakcijfer vertoonden waren niet de partijen die in de stresstest opvielen om een hoog bakcijfer. Daarnaast zijn de partijen die in de stresstest opvallen om hun hoge bakcijfer niet de partijen die april een hoog bakcijfer hebben.

Het viel in april op dat er een klein aantal partijen beter presteerden in de bewaring op 6°C dan in de bewaring op 8°C. Om te kijken of dit te voorspellen is met de stresstest, is er een spreidingsgrafiek gemaakt waarin het verschil in bakcijfer tussen de 6°C en 8°C bewaring is uitgezet tegenover het bakcijfer na de stresstest. Ook in deze spreiding is geen verband zichtbaar. Twee partijen die in de 6°C cel beter presteerden hadden een relatief hoog bakcijfer in de stresstest, maar er was ook een partij die in de 6°C beter presteerde die juist een laag bakcijfer in de stresstest had. Er was geen duidelijke lijn zichtbaar in de resultaten van de proef, de resultaten van de stresstest stonden op geen manier in verband met het bakcijfer later in het bewaar seizoen. De proef is dus niet bruikbaar om een voorspelling te doen over de partij.

4.4 Wat is de invloed van 1,4Sight met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van de Innovators ten opzichte van CIPC?

De invloed van de combinatie van 1,4Sight met of zonder MH bespuiting is niet te analyseren, omdat er partijen in de proef zitten die met 1,4Sight behandeld zijn maar niet met MH. Wel is de invloed van de afzonderlijke kiemremmers te bekijken.

Uit de resultaten van de praktijkproef blijkt dat het bakcijfer van met 1,4Sight behandelde aardappelen gemiddeld 0,2 punt hoger ligt, dan de het bakcijfer van met CIPC behandelde aardappelen. De monsters die voor deze vergelijking gebruikt zijn, komen echter uit telerbewaringen waarin verschillende bewaarregimes aangehouden worden. Dit is een belangrijke factor die ook invloed gehad heeft op deze bakcijfers. Hiernaast zijn er een klein aantal partijen inbegrepen die met 1,4Sight behandeld zijn, namelijk vijf partijen. Deze factoren maken deze resultaten minder betrouwbaar. Onderzoeken uit het verleden geven aan geen significant verschil in bakcijfer te hebben gevonden tussen met CIPC en met 1,4Sight behandelde aardappelen, dit doet vermoeden dat het gevonden verschil in deze praktijkproef toeval is. De resultaten van dit onderzoek geven een opvallende indicatie en moeten verder onderzocht worden, maar zijn waarschijnlijk geen betrouwbaar resultaat.

Vanaf het volgende bewaar seizoen is het gebruik van CIPC verboden, dus zal deze kiemremmer niet meer gebruikt worden. Vermoedelijk gaan de meeste telers 1,4Sight als alternatief gebruiken. De huidige alternatieven zijn Biox-M en ethyleen. In dit onderzoek zijn deze kiemremmers niet meegenomen, omdat er nog niet voldoende telers zijn die deze middelen gebruiken. Er was ook niet voldoende budget om voor dit onderzoek een extra bewaarcel te gebruiken waarin met een andere kiemremmer behandeld zou worden.

De vergelijking tussen wel en niet met MH behandelde monsters is gedaan met monsters uit de referentiecel, deze monsters hebben dus allemaal hetzelfde bewaarregime ondergaan. Dit levert beter betrouwbare resultaten op. Zichtbaar is dat de met MH behandelde monsters gemiddeld een beter bakcijfer hebben dan de niet met MH behandelde monsters. Dit resultaat voldoet aan de verwachtingen die de literatuur laten zien.

4.5 Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (berekening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooidatum)

De drie partijen met de laagste bakkleur, zijn alle drie niet berekend. Dit duidt erop dat vochttekort tijdens het groeiseizoen bakkleurproblemen later in de bewaarperiode kan veroorzaken. De drie partijen waar het om gaat zijn tevens vroeg gerooid, dus mogelijk al vroeg in het seizoen afgestorven door dit vochttekort. Door te berekenen wordt dit voorkomen. Toch zijn er vier partijen die niet berekend zijn, maar wel een bakkleur hebben die lager is dan 2,5. De rooimomenten van deze partijen zijn ook niet vroeger dan gemiddeld. Mogelijk hebben deze partijen voldoende vochttoevoer gehad vanuit de bodem. Daarnaast zijn er veel andere factoren die invloed gehad kunnen hebben.

Uit eerder onderzoek blijkt dat het belangrijk voor de bakkleur is om op tijd te beginnen met berekenen (Wansink, 2019). Dit patroon wordt niet teruggevonden in dit onderzoek. De telers die in mei begonnen zijn met berekenen hebben geen betere bakkleur dan de overige telers. Mogelijk is dit een seizoenseffect, het jaar waarin het in dit onderzoek om gaat was namelijk een minder droog jaar dan het voorgaande jaar.

Uit de resultaten van de praktijkproef van dit onderzoek wordt zichtbaar dat te lage giften van stikstof, fosfaat en kali bakkleurproblemen kunnen geven. De literatuur wijst uit dat dit niet alleen voor deze mineralen geldt, maar ook voor zwavel, koper, zink en calcium. Door een te laag gift zitten er vermoedelijk te weinig mineralen in de knol, waardoor de knol eerder gaat versuikeren. Het onderzoek van vorig jaar liet namelijk zien dat knollen met een lager gehalte van bepaalde mineralen al eerder gingen versuikeren (Wansink, 2019).

In verband met het tijdsbestek is er niet gekeken naar de bodemanalyses van de percelen. Om deze analyse compleet te maken zou dit echter wel beter zijn. De plant neemt namelijk niet alleen mineralen op uit bemesting, maar ook uit de bodemvoorraad. Er zijn ook partijen waar minder dan

gemiddeld bemest is, maar die wel goed presteren op bakcijfer. Mogelijk kan dit verklaard worden met voldoende bodemvoorraad. Ook kan het zijn dat partijen die minder goed presteren op bakkleurgebied door te kort aan vocht niet genoeg mineralen op hebben kunnen nemen, terwijl deze mineralen wel aanwezig waren in de bodem.

Er is geen verband gevonden van de pootdatum en loofdodingdatum met het bakcijfer van de aardappelen. Naar de invloed van pootdatum is niet eerder onderzoek naar gedaan. Naar de invloed van de datum waarop loofdoding is toegepast is wel eerder onderzoek naar gedaan, maar ook hierin is geen verband gevonden (Burke, O'donovan, & Barry, 2005).

Van de deelnemende partijen valt op dat vijf partijen met het hoogste bakcijfer ook partijen zijn die relatief vroeg gerooid zijn. Mogelijk zijn deze partijen al vroeg afgestorven en toen geoogst. Droogte- of hittestress kunnen ervoor gezorgd hebben dat deze partijen al eerder zijn gaan versuikeren. De drie partijen met het hoogste bakcijfer zijn immers ook niet beregend tijdens het groeiseizoen.

Om de invloeden uit het teeltseizoen op het bakcijfer tijdens de bewaring beter inzichtelijk te maken is het in een vervolgonderzoek aan te raden om de monsters langer te bewaren. Een extra beoordelingsmoment in juni maakt de verschillen tussen partijen mogelijk groter, waardoor de effecten van bepaalde handelingen als beregning en rooidatum beter zichtbaar worden. Ook moet er in acht genomen worden dat er meer factoren zijn die invloed hebben dan de in dit rapport genoemde factoren. Belangrijke niet genoemde factoren zijn bodemtemperatuur, luchttemperatuur, zonuren en grondsoort.

4.6 Beantwoording van de hoofdvraag

De hoofdvraag luidt als volgt: *Hoofdvraag: Welke factoren hebben invloed op het verloop van de bakkleur van innovators tijdens de bewaarperiode?*

Elke deelvraag is gebruikt voor een ander aspect van de beantwoording van deze hoofdvraag. De deelvragen 1 en 2 worden gebruikt om de invloed van het temperatuurregime op de bakkleur te verklaren. Dit is echter nog geen volledige weergave van de factoren die van belang zijn uit het bewaarregime. Voor een compleet beeld zouden ook het CO₂-gehalte en de luchtvochtigheid in de bewaarcel in acht genomen moeten worden.

Deelvraag 3 is de vraag of een stresstest kan helpen om de bewaarbaarheid van een partij te analyseren.

Deelvraag 4 gaat om de invloed van kiemremming en wat voor invloed dit heeft op de bewaring. In de proef zijn alleen de meest gebruikte middelen (CIPC, 1,4Sight en MH) meegenomen. Naar verwachting zal in het opvolgende seizoen de meest gebruikte kiemremmer 1,4Sight worden. Er kan dus geen antwoord gegeven worden op wat de alternatieve middelen, zoals Biox-M en ethyleen, met de bak kwaliteit doen. Daarnaast wordt er niet gekeken naar hoe effectief de kiemremming is, alleen naar de invloed van de middelen op de bakkleur.

Deelvraag 5 wordt gebruikt om te beantwoorden welke factoren uit de teelt invloed hebben op de bakkleur na lange bewaring. In de teelt zijn tal van factoren die invloed hebben op de aardappel. De factoren waar in dit onderzoek naar gekeken wordt zijn beregning, bemesting, pootmoment, loofdodingsmoment en rooimoment. In verband met de tijdsdruk was het niet mogelijk om meer factoren te kunnen onderzoeken. De overige factoren hebben echter wel allemaal invloed gehad op de resultaten. Bij het interpreteren van de resultaten moet dit in gedachten gehouden worden.

De bakkleur wordt beïnvloed door een groot systeem van factoren en kan niet in één onderzoek gevangen worden. Het onderzoek geeft goede handvaten voor welke handelingen en factoren van

belang zijn in de teelt en bewaring van Innovators voor een goede bakkleur, maar het is onderdeel van een groter systeem.

4.7 Proces

Het proces is over het algemeen goed verlopen. Echter bleek het beoordelen en ophalen van de monsters meer werk dan verwacht. Het is daarom ook goed om in het vervolg een goede planning te maken waarin rekening gehouden wordt met hoeveel uren bepaalde taken kosten. Dit maakt het inzichtelijk wanneer begonnen moet worden met activiteiten en waarvoor extra hulp gevraagd moet worden.

In het vervolg is het goed om op tijd te beginnen met het zoeken naar telers die deel willen nemen in het onderzoek. Voor dit onderzoek werd dit laat gedaan, door de beperkte tijd die er was voor de oogst zou beginnen. Er is toen via een mail contact gezocht met telers, wat weinig reactie opleverde. Een telefonisch gesprek of vraag via een buitendienst medewerker geeft mogelijk een betere respons. Zo kan er een onderzoek opgezet worden waarin meer partijen meedoen.

Voor de toepasbaarheid van het onderzoek is het belangrijk om te noemen dat er onvermijdelijk seizoenseffecten in de resultaten zitten. Het groeiseizoen van 2019 was over het algemeen droog, maar in het najaar viel er veel regen. Dit heeft voor sommige partijen de oogst moeilijk gemaakt. Het is de vraag in hoeverre dit invloed heeft gehad op de bakcijfers.

Hiernaast is een belangrijk detail om te melden dat de monsters in de referentiecel behandeld zijn met 300ml CIPC per ton. Dit is het dubbele van de geadviseerde dosering. Volgens literatuur moet dit echter geen invloed op het bakcijfer geven.

5. Conclusie & Aanbevelingen

Bakkleur is een van de belangrijkste kwaliteitseigenschappen van frietaardappels. Wanneer een partij aardappels een te donkere bakkleur heeft, kan de partij niet meer verwerkt worden tot friet. Het ras Innovator is een belangrijk ras voor de frietproductie, maar heeft na lange bewaring in sommige gevallen een te donkere bakkleur om tot friet verwerkt te worden. Het doel van dit onderzoek is om handvaten te creëren waarmee het kwaliteitsverloop van een partij Innovators tijdens de bewaarperiode voorspeld zou kunnen worden.

Voor het onderzoek is een praktijkproef gedaan waarin 46 partijen Innovators gebruikt zijn. Monsters van deze partijen zijn onderworpen aan diverse experimenten om tot antwoorden te komen op de hoofd- en deelvragen. Om de resultaten van de praktijkproef te ondersteunen zijn resultaten van onderzoeken uit het verleden gebruikt. De bakkleur wordt beschreven aan de hand van het bakcijfer. Het bakcijfer 2,0 weergeeft de lichtst mogelijke bakkleur. Bakcijfer 4,0 zal een afkeuring van de partij betekenen. De monsters in dit onderzoek telde 50 knollen.

5.1 Conclusies

In deze paragraaf worden de antwoorden op de deelvragen en vervolgens de hoofdvraag gegeven.

1. Hoe presteren de telerbewaringen met Innovators op het gebied van bakkwaliteit?

In de praktijkproef van dit onderzoek waren er enkele partijen waarvan het bakcijfer afweek van de referentiecél, maar over het algemeen is er weinig verschil. In april was het verschil van het bakcijfer tussen de referentiecél en de telerbewaring gemiddeld 0,1 punt. Dit is een groot verschil met een onderzoek in het voorgaande jaar, waar dit verschil in mei gemiddeld 0,8 was. Een groot deel van de telers in deze proef hebben ook in het onderzoek van het voorgaande jaar deelgenomen. Het is waarschijnlijk dat deze telers dan ook veranderingen hebben aangebracht in het bewaarregime.

De telers die deelgenomen hebben aan dit onderzoek presteren over het algemeen goed op het gebied van bakkwaliteit. Dit geeft echter geen goed beeld voor alle Innovator telers, omdat deze telers al eerder zijn geweest op de invloed van hun bewaarregime op de bakkwaliteit van de partij.

2. Wordt de bakkleur van Innovators bij een bewaartemperatuur van 6°C anders beïnvloed dan bij een bewaartemperatuur van 8°C?

Over het algemeen hebben Innovators die bewaard worden op een bewaartemperatuur van 8°C een beter bakcijfer dan de aardappels die bewaard zijn op 6°C. Toch zijn er enkele partijen die beter bewaard kunnen worden op 6°C. Welke partijen dit zouden zijn kan echter nog niet voorspeld worden. Dit beeld kan bevestigd worden door resultaten van onderzoeken uit het verleden.

3. Kan een stresstest een indicatie geven voor het gedrag van de Innovators tijdens de bewaarperiode?

In de benoemde stresstest worden aardappelen na de oogst zonder inkoelperiode direct in een bewaarcel met een temperatuur van 6°C geplaatst. Na drie weken werd van deze monsters het bakcijfer bepaald. Het bakcijfer na de stresstest is vergeleken met het bakcijfer van de aardappelen na een lange bewaarperiode in april. Er is geen verband gevonden tussen de bakcijfers. Er kan dus ook niet gezegd worden dat deze stresstest een indicatie geeft voor het gedrag van innovators tijdens de bewaarperiode.

4. *Wat is de invloed van 1,4Sight, met of zonder MH bespuiting, op bakkleur van Innovators ten opzichte van CIPC?*

De toepassing van 1,4Sight lijkt in dit onderzoek slechter voor het bakcijfer te zijn dan de toepassing van CIPC. Dit is vermoedelijk echter toeval, omdat er maar een klein aantal partijen deelneemt waar 1,4Sight toegepast wordt en onderzoeken uit het verleden het tegendeel bewijzen. Partijen waar MH toegepast is, hebben over het algemeen een betere bakkleur. In het onderzoek hebben geen partijen deelgenomen waar wel 1,4Sight is toegepast maar geen MH, dus is over deze combinatie geen nieuwe informatie bekend geworden. Onderzoeken uit het verleden doen echter vermoeden dat de combinatie met MH een betere bakkleur moet opleveren.

5. *Zijn er andere factoren die de verschillen in bakkleur zouden kunnen verklaren? (berekening, (kunst)mestgift, pootdatum, moment van doodspuiten, rooidatum)*

Er zijn andere factoren die invloed hebben op de bakcijfers van partijen. Partijen die een vochttekort ondergaan tijdens het groeiseizoen hebben meer kans op bakkleurproblemen na lange bewaring. Onvoldoende bemesting van mineralen geeft ook meer kans op bakkleurproblemen. Pootdatum en datum van loofdding lijken geen invloed te hebben op het bakcijfer na de lange bewaring. De rooidatum lijkt in dit onderzoek wel invloed te hebben op het bakcijfer. Dit is waarschijnlijk echter een gevolg van de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen. De eerder gerooide partijen zijn namelijk waarschijnlijk vroegtijdig afgestorven en hebben daardoor een hoog bakcijfer.

Hoofdvraag: Welke factoren hebben invloed op het verloop van de bakkleur van Innovators tijdens de bewaarperiode?

Er zijn zowel tijdens de bewaarperiode als voor de bewaarperiode factoren die invloed hebben op het verloop van de bakkleur van Innovators tijdens de bewaarperiode. Wanneer een partij te snel ingekoeld wordt, of op een te lage bewaartemperatuur bewaard wordt, zal het bakcijfer van de partij eerder gaan verhogen. Over het algemeen is 8°C de beste temperatuur om Innovators op te bewaren. Er zijn partijen die beter op een lagere bewaartemperatuur te bewaren zijn, maar om te voorspellen welke partijen dit zijn moet meer onderzoek gedaan worden. De toepassingen van 1,4Sight en CIPC hebben geen invloed op het bakcijfer. De toepassing van MH kan er wel voor zorgen dat de partijen later in het bewaarperiode gaan versuikeren. Dit heeft dus een positief effect op de bakkleur. Tijdens het groeiseizoen moet er voorkomen worden dat de partijen tekort aan vocht of mineralen hebben. Dit wordt gedaan door berekening en bemesting. Indien er een tekort ontstaat kan dit ervoor zorgen dat er bakkleurproblemen ontstaan aan een partij.

5.2 Aanbevelingen

Uit dit onderzoek is gebleken dat telers die eerder deel hebben genomen aan een bewaarproef voor Innovators beter presteren op het gebied van bakwaliteit na lange bewaring. Door telers te laten zien hoeveel invloed het bewaarregime heeft wordt er dus bewustwording gecreëerd en zullen telers meer aandacht gaan schenken aan het bewaren. Het vergelijken van de aardappels in de telerbewaring en in een referentiebewaring geeft een goed beeld. Er kan dus ook geadviseerd worden om dit uit te rollen naar meer telers. Hiernaast blijft het belangrijk dat de kennis over bewaring verstrekt wordt naar telers, bijvoorbeeld doormiddel van bijeenkomsten, nieuwsbrieven en via buitendienst medewerkers.

Over het algemeen lijkt een bewaartemperatuur van 8°C optimaal voor de bewaring van Innovators. Toch zijn er enkele partijen die beter lijken te presteren bij een lagere bewaartemperatuur. Tot op heden is het nog lastig te voorspellen welke partijen dit zijn, dus blijft het verstandig om een bewaartemperatuur van 8°C aan telers te adviseren. Er ligt een uitdaging voor agronomen om te

onderzoeken welke factoren bepalen of een partij beter te bewaren is bij een lagere bewaartemperatuur. Hierbij moet waarschijnlijk gekeken worden naar factoren uit de teelt, het uitgangsmateriaal of de oogstomstandigheden. Ook kunnen er nieuwe variaties van de stresstest geprobeerd worden, bijvoorbeeld een langere stresstest of een stresstest op andere temperaturen.

Om effecten uit het teeltseizoen beter te kunnen onderzoeken is het verstandig om in een vervolgonderzoek te kijken naar een langere bewaarperiode. Een extra beoordelingsmoment in juni maakt mogelijk nieuwe verschillen zichtbaar en maakt de verschillen groter. Dit maakt het mogelijk om effecten uit het teeltseizoen beter terug te zien in de bakcijfers van partijen. Voor de invloed van beregening en bemesting kan dit tot nieuwe inzichten leiden.

Op het gebied van bemesting kan er ook nog meer diepgang gezocht worden. Door de bodemanalyse mee te nemen kan er gekeken worden naar het aanbod van mineralen uit bemesting en bodemvoorraad. Door de mineralengehaltes in de knollen te bepalen, kan er bepaald worden hoeveel de knollen daadwerkelijk opgenomen hebben. Hieruit kan vervolgens bepaald worden of er een daadwerkelijk tekort is geweest, of dat de knollen niet de mogelijkheid hebben gehad om de mineralen op te nemen.

Het advies aan telers blijft een bewaartemperatuur van 8°C. Voor het volgende bewaar seizoen, waarin CIPC als kiemremmer niet meer tot de mogelijkheden behoort kan 1,4Sight gebruikt worden, zonder dat men bang hoeft te zijn voor een te slechte bakkleur. Voor lange bewaring is het verstandig om MH toe te passen. Hiernaast moet tijdens het groeiseizoen een tekort aan vocht en mineralen zoveel mogelijk voorkomen worden. Beregening in droge perioden zorgt ervoor dat de kans op bakkleurproblemen lager wordt.

Bronnenlijst

- Aviko Potato. (2019). *Aviko Potato inkoopvoorwaarden 2019*.
- Aviko Potato. (2019). *Bewaring van Innovator aardappelen*. Opgehaald van Aviko Potato: https://avikopotato.nl/images/content/actueel/2019/september/Aviko_Potato_bewaaradvies_Innovator.pdf
- Boerenbusiness. (2017). *Aardappelmarkt*. Lelystad. Opgehaald van http://cms.boerenbusiness.nl/upload/ck/files/Boerenbusiness_Aardappelanalyse16_LR.pdf
- Buckley, D., Duncan, H., & Anderson, E. (2006). *Maleic Hydrazide in potato volunteer control*. Oxford: British Potato Council.
- Burke, J. J., O'donovan, T., & Barry, P. (2005). *Effect of seed source, presprouting and desiccation date on the processing quality of potato tubers for French fry production*.
- Bussan, A. J., Sabba, R. P., & Drilias, M. J. (2009). *Tuber maturation and potato storability: optimizing skin set, sugars, and solids*. Opgehaald van <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A3884-02.pdf>
- CBS. (2019). *Akkerbouwgewassen: productie naar regio*. Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table?fromstatweb>
- Certis Europe BV. (sd). *Gro-Stop Ready etiket*. Opgehaald van Certis Europe BV: https://www.certiseurope.nl/fileadmin/NL/Downloads/Producten/Etiketten/GS_Ready_etiket_-_nieuw.pdf
- Colgan, R. (2018). *Senescent Sweetening*. Natural Resources Institute (University of Greenwich). Opgehaald van <https://potatoes.ahdb.org.uk/publications/11140014-phd-senescent-sweetening>
- Colgan, R., Rees, D., & Briddon, A. (2012). *Research Review: Senescent Sweetening*. Opgehaald van https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication_upload/20126%20Senescent%20Sweetening%20R442.pdf
- Copp, L., Blenkinsop, R., Yada, R., & Marangoni, A. (2000). *The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers*. Department of Food Science. University of Guelph. Opgehaald van <https://link-springer-com.aeres.idm.oclc.org/article/10.1007%2FBF02853948>
- Cunnington, A. C. (2019). *Maleic hydrazide as a potato sprout suppressant*. ADHB.
- Demarcke, M. (2017). *Residuarme kiemremming op Belgische aardappelrassen is mogelijk*. Brussel: Flanders' Food. Opgehaald van https://www.flandersfood.com/sites/default/files/ct_bestand/17/12/22/FF_Brochure_aardappelen_LR.pdf
- Eeckhout, I., & Boussery, K. (2003). *Aardappelbewaring*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/13522>
- Grubben, N. L., Witte, S. C., & Keesman, K. J. (2019). *Postharvest quality development of frying potatoes in a large-scale bulk storage facility*. Opgehaald van <https://www.sciencedirect-com.aeres.idm.oclc.org/science/article/pii/S0925521418306537#fig0010>
- Harper, G. (2019). *Efficacy of sprout suppressants either alone or in combination to control sprouting of potato*. Warwickshire: ADHB.
- Hertog, M. L., Kristiaan, G., Schouten, S., & Hak, P. (1994). *Verbetering van korte en langdurige bewaring van aardappelen voor een betere beheersing van de verwerkingskwaliteit*. Wageningen: DLO Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/338933>

- HZPC. (2019, Oktober 4). *Innovator*. Opgehaald van [www.hzpc.nl: http://web.hzpc-holland.com/teeltbeschrijving/INNOVATOR_C_NL_FRENCH%20FRIES.PDF](http://web.hzpc-holland.com/teeltbeschrijving/INNOVATOR_C_NL_FRENCH%20FRIES.PDF)
- Jansky, S. H., & Fajardo, D. A. (2014). *Tubar starch amylose content is associated with cold-induced sweetening in potato*. Opgehaald van <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.137>
- Kleinkopf, G., Westermann, D., & Wille, M. (1988). *Soil temperature effects on sugar end development*. University of Idaho.
- Kumar, D., Singh, B., & Kumar, P. (2005). *An overview of the factors affecting sugar content of potatoes*. Opgehaald van <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00380.x>
- Levy, D., Genizi, A., & Goldman, A. (1990). *Compatibility of potatoes to contrasting seasonal conditions, to high temperatures and to water deficit: The association with time of maturation and yield potential*. Opgehaald van <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02359306>
- Loon, C. v., Veerman, A., & Bus, C. (1993). *Teelt van consumptie-aardappelen*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/252298>
- Marecek, J., Francaková, H., Bojnanská, T., Fikselová, M., Mendelová, A., & Ivanisová, E. (2013). *Carbohydrates in varieties of stored potatoes and influence of storage on quality of fries products*. Slovakia: Slovak University of Agriculture.
- Mestdagh, F., Wilde, T. D., Castelein, P., Németh, O., Peteghem, C. v., & Meulenaer, B. d. (2007). *Impact of the reducing sugars on the relationship between acrylamide and Maillard browning in French fries*. Opgehaald van <https://link-springer-com.aeres.idm.oclc.org/article/10.1007%2Fs00217-007-0694-9>
- Otter, W., Westeinde, J. v., & Pollema, T. (2014). *Royal MH in de teelt van consumptieaardappelen 2012-2013*. Kolllumerwaard: SPNA.
- Quiesen, G. (2019, Oktober 18). *PCA: Verbod chloorprofam heeft grote impact op hele aardappelketen*. Opgehaald van Akkerwijzer: <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/223051-pca-verbod-chloorprofam-heeft-grote-impact-op-hele-aardappelketen/>
- Rosen, C., Sun, N., Olsen, N., Thornton, M., Pavsek, M., Knowles, L., & Knowles, N. R. (2018). *Impact of Agronomic and Storage Practices on Acrylamide in Processed Potatoes*. The Potato Association of America. Opgehaald van <https://link-springer-com.aeres.idm.oclc.org/article/10.1007%2Fs12230-018-9659-8>
- RVO. (2018, november). *Tabel 3: werkingscoëfficiënt*. Opgehaald van [rvo.nl: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-3-Werkingscoefficient-2019-2021.pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-3-Werkingscoefficient-2019-2021.pdf)
- RVO. (2019, februari). *Tabel 5: forfaitaire stikstof- en fosfaatgehalten in dierlijke mest*. Opgehaald van [rvo.nl: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/01/Tabel-5-Forfaitaire-stikstof-en-fosfaatgehalten-in-dierlijke-mest-2018.pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/01/Tabel-5-Forfaitaire-stikstof-en-fosfaatgehalten-in-dierlijke-mest-2018.pdf)
- Thompson, A. L., Love, S. L., Sowokinos, J. R., Thornton, M. K., & Shock, C. C. (2008). *Review Of The Sugar End Disorder In Potato*. Potato Association of America. Opgehaald van <https://link-springer-com.aeres.idm.oclc.org/article/10.1007%2Fs12230-008-9034-2>
- VAVI. (2019). *Verwerkingscijfers*. Opgehaald van <https://vavi.nl/nl/downloads/>
- Veerman, A. (1999). *Slechtere bakkleur door verhoogde CO2 concentratie in aardappelbewaring. PAV - Bulletin Akkerbouw, 2-5*.
- Velvis, H. (2001). *Calcium in de aardappel*. Wageningen: Plant Research International B.V. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/37808>
- Wansink, R. (2019). *Bakkwaliteit Innovator*. Dronten.

- Whittaker, A., Marotti, I., Dinelli, G., Calamai, L., Romagnoli, S., Manzelli, M., . . . Benedettelli, S. (2010). *The influence of tuber mineral element composition as a function of geographical location on acrylamide formation in different Italian potato genotypes*. Opgehaald van <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.4026>
- Wilde, T. d., Meulenaer, B. d., Mestdagh, F., Govaert, Y., Vandeburie, S., Ooghe, W., . . . Verhé, R. (2005). *Influence of Storage Practices on Acrylamide Formation during Potato Frying*.

Bijlage 1: Bakkleur beoordelingsprotocol

Bakkleur

Uit het monster worden minimaal 20 gezonde knollen genomen, waarna met een snijder in de lengterichting staafjes van 10 x 10 mm worden gesneden. Het monster moet bestaan uit één staaf van iedere knol, welke staaf uit het hart van de aardappel wordt genomen.

De staafjes worden met water afgespoeld, waarna het aanhangende water wordt verwijderd.

De bakoven is voorzien van een thermostaat, waarmee de temperatuur van 180 °C kan worden aangehouden met een maximale plus en min schommeling van de ingestelde waarde van 5 °C (175 °C - 185 °C).

Gebakken wordt in 100% plantaardig vet. Het vet wordt vernieuwd wanneer de kleur te bruin gaat worden, doch in ieder geval 1x per week.

De temperatuur bij het bakken is 180 °C, hetgeen steeds met een thermometer wordt gecontroleerd. De baktijd is precies 5 minuten, te controleren met een tijdrelais.

Na de baktijd wordt het vet door schudden van het monster verwijderd en binnen 2 minuten na het bakken vergeleken met de U.S.D.A. kleurenkaart die uitgegeven is door Munsell Color Company, 3e editie 1972.

De staafjes worden vergeleken met de kleuren op de kleurenkaart. Met de kleurenkaart worden de staafjes ingedeeld in de klasse 000, 00, 0, 1, 2, 3 en 4.

Kleurenschaal	000	00	0	1	2	3	4	
Aantal staven in Monster			2	9	9			
Vermenigvuldigingsfactor	0	1	2	3	4	5	6	
Bakkleurcijfer	$\frac{2 \times 2 + 9 \times 3 + 9 \times 4}{\text{Totaal aantal staven}}$							=3,35

Bijlage 2: Beregen giften

Telernummer	Bakcijfer april	Beregening april	Beregening mei	Beregening juni	Beregening juli	Beregening augustus	Beregening september	Beregening totaal
10250	2,04	0	0	15	30	0	0	45
16069	2,12	0	0	0	30	0	0	30
13278	2,12	0	0	40	40	0	0	80
16026	2,18	0	50	40	71	42	0	203
11475	2,22	0	0	0	40	0	0	40
10506	2,22	0	0	20	0	0	0	20
10665	2,24	0	0	0	0	0	0	0
10409	2,24	0	0	0	20	0	0	20
10186	2,26	0	25	15	0	25	0	65
11724	2,27	0	0	0	75	0	0	75
13967	2,28	0	0	0	20	0	0	20
10379	2,28	0	0	0	0	0	0	0
10291	2,30	0	0	0	45	0	0	45
11002	2,32	0	0	15	15	0	0	30
16441	2,35	0	0	20	20	0	0	40
13572	2,36	0	0	20	20	0	0	40
11016	2,37	0	0	50	50	0	0	100
10194	2,38	0	0	0	0	0	0	0
11578	2,38	0	0	0	20	0	0	20
10866	2,40	0	0	25	45	0	0	70
10482	2,42	0	0	20	40	20	0	80
10552	2,48	0	0	0	0	0	0	0
10430	2,56	0	0	30	15	0	0	45
13642	2,58	0	0	25	0	0	0	25
12264	2,66	25	0	25	50	25	0	125
11255	2,66	0	20	0	20	0	0	40
10244	2,70	0	0	25	50	0	0	75
13991	2,76	0	25	0	20	0	25	70
12333	2,88	0	0	0	0	0	0	0
13646	3,12	0	0	0	0	0	0	0
10939	3,19	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 3: NPK giften

Telernummer	Bakcijfer april	N/ha	P/ha	K/ha
10250	2,04	384	79	511
16069	2,12	244	47	342
13278	2,12	295,8	16	217,5
16026	2,18	346	58	428
11475	2,22	478	87	151
10506	2,22	255	45	270
10665	2,24	285	90	233
10409	2,24	400	98	379
10186	2,26	362,91	0	180
11724	2,27	282	7	301
13967	2,28	303	38	317
10379	2,28	330	95	464
10291	2,30	305	36	241
11002	2,32	365	18	340
16441	2,35	266	0	0
13572	2,36	362	90	540
11016	2,37	340	137	362
10194	2,38	336	81,9	254,5
11578	2,38	216	0	0
10866	2,40	254	65	499
10482	2,42	132	73	166
10552	2,48	297	0	0
10430	2,56	310	80	382
13642	2,58	327	54	354
12264	2,66	426	94	300
11255	2,66	308	0	180
10244	2,70	390	108	559
13991	2,76	353	45	510
12333	2,88	217	23	135
13646	3,12	314	24	330
10939	3,19	263	35	161

Bijlage 4: belangrijke data teelt

Telernummer	Bakcijfer april	Pootdatum	Loofdoding datum	Rooidatum
10250	2,04	18-4-2019	4-9-2019	24-10-2019
13278	2,12	25-4-2019	13-9-2019	7-10-2019
16026	2,18	22-4-2019	15-9-2019	28-10-2019
11475	2,22	24-4-2019	9-9-2019	23-10-2019
10506	2,22	19-4-2019	5-9-2019	20-10-2019
10665	2,24	14-4-2019	10-9-2019	25-10-2019
10409	2,24	16-4-2019	10-9-2019	20-10-2019
10186	2,26	27-4-2019	28-9-2019	29-10-2019
11724	2,27	20-4-2019	23-9-2019	23-10-2019
13967	2,28	7-4-2019	11-9-2019	29-10-2019
10291	2,30	11-4-2019	14-9-2019	26-10-2019
11002	2,32	20-4-2019	9-9-2019	28-10-2019
13572	2,36	22-4-2019	nvt	30-10-2019
11016	2,37	20-4-2019	18-9-2019	25-10-2019
10194	2,38	18-4-2019	16-9-2019	26-10-2019
11578	2,38	23-4-2019	18-9-2019	17-11-2019
10866	2,40	20-4-2019	17-9-2019	25-10-2019
10482	2,42	24-4-2019	18-9-2019	3-10-2019
10552	2,48	16-4-2019	9-9-2019	24-10-2019
10430	2,56	18-4-2019	14-9-2019	27-10-2019
13642	2,58	17-4-2019	9-9-2019	6-10-2019
12264	2,66	23-4-2019	16-9-2019	29-10-2019
11255	2,66	23-4-2019	16-9-2019	15-11-2019
10244	2,70	22-4-2019	20-9-2019	7-10-2019
13991	2,76	20-4-2019	20-9-2019	5-10-2019
12333	2,88	18-4-2019	10-9-2019	10-10-2019
13646	3,12	16-4-2019	9-9-2019	10-10-2019
10939	3,19	16-4-2019	4-9-2019	22-9-2019