



Uireka is een uniek ketenproject waarin de gehele uienketen participeert. De eerste 3 jaar van het project (2017-2019) was het projectdoel met onderzoek de kwaliteit en daarmee het versterken van de exportpositie van de Nederlandse ui te verbeteren. Vanaf 2020 richt Uireka zich op het versterken van de duurzaamheid en weerbaarheid van de uienteelt. Het project is een initiatief van de Holland Onion Association en wordt mede ondersteund door Topsector Agri & Food, BO Akkerbouw en meer dan 70 ketenpartners.

Uireka draait om innovatie, verbetering en verduurzaming van de teelt, droogtechnieken en bewaring. Het project levert een pakket aan handvatten en oplossingen die ketenpartners in staat stelt de kwaliteit van de Nederlandse ui nog beter te borgen. Uiteindelijk zorgt dit voor een sterkere exportpositie en daarmee een versteviging van het verdienmodel van alle partners in de uienketen.

De gezamenlijke organisaties hebben deze publicatie met de meeste zorg samengesteld. Zij zijn niet aansprakelijk voor schade die ontstaat door het uitvoeren van informatie uit deze publicatie.

Alternatieven voor het gebruik van Maleine Hydrazide (MH) als spruitremmer in ui

Uitgevoerd door: P.A. Balk, WUR Open teelten

Uireka rapportnummer: 2021-06

Datum: maart 2022

Inhoudsopgave

Achtergrond	6
1 De productie van zaaiuien	7
1.1 Het product	7
1.2 De teelt en het verschijnsel 'rust'	8
1.3 De keten	10
2 Het voorkomen van spruiting tijdens bewaring – toepassing van MH	11
3 Alternatieve strategieën	13
3.1 Het ontwikkelen van nieuwe rassen	13
3.2 De bewaarcondities van uien	13
<u>3.2.1</u> Aanpassen temperatuur tijdens opslag	13
<u>3.2.2</u> Aanpassen gascondities tijdens opslag	14
3.3 Conditie tijdens transport	14
3.4 Behandeling van het product	15
<u>3.4.1</u> Hormoonbehandelingen	15
<u>3.4.2</u> Overige behandelingen	16
4 Voorstel voor het onderzoek naar alternatieven voor MH toepassing	17
5 Literatuur	18
Overige geraadpleegde bronnen	20

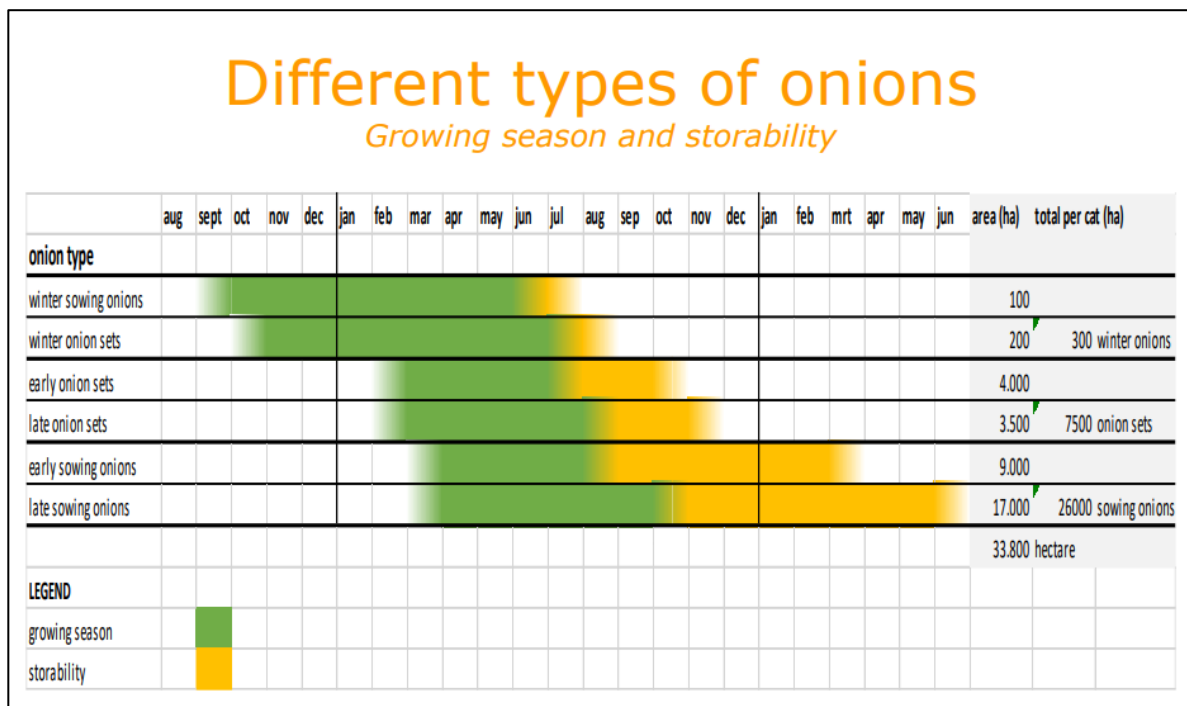
Achtergrond

Voor jaarronde levering van zaaiuien aan internationale afnemers is het voorkomen van spruitvorming tijdens bewaring, transport en afzet van groot belang. Na toepassing van het middel MH (Maleine Hydrazide) tijdens de teelt zijn uien lang te bewaren zonder tekenen van spruitvorming, ook al is de fysiologische interne kiemrust doorbroken. Gebruik van MH staat onder druk in Europa, ook al is het middel in 2017 opnieuw officieel toegelaten tot 2032, nadat aan specifieke eisen wat betreft zuiverheid door de toelatinghouder was voldaan. Maar gelet op het belang van export van Nederlandse uien naar een breed palet aan internationale bestemmingen, is het voorkomen van spruitvorming bij uien in de gehele keten tot consument van cruciaal en strategisch belang. Andere (Europese) landen die minder op export gericht zijn hebben dit belang veelal niet en er bestaat dan ook geen vanzelfsprekende steun om MH op de lange termijn beschikbaar te houden voor de Europese uien. Deze studie heeft als doel alternatieven voor MH op middellange termijn te vinden. Deze studie vormt de aanzet tot het uitvoeren van experimenten gedurende de looptijd van het project Uireka (2020-2022) en binnen de grenzen van het ter beschikking gestelde budget.

1 De productie van zaaiuien

1.1 Het product

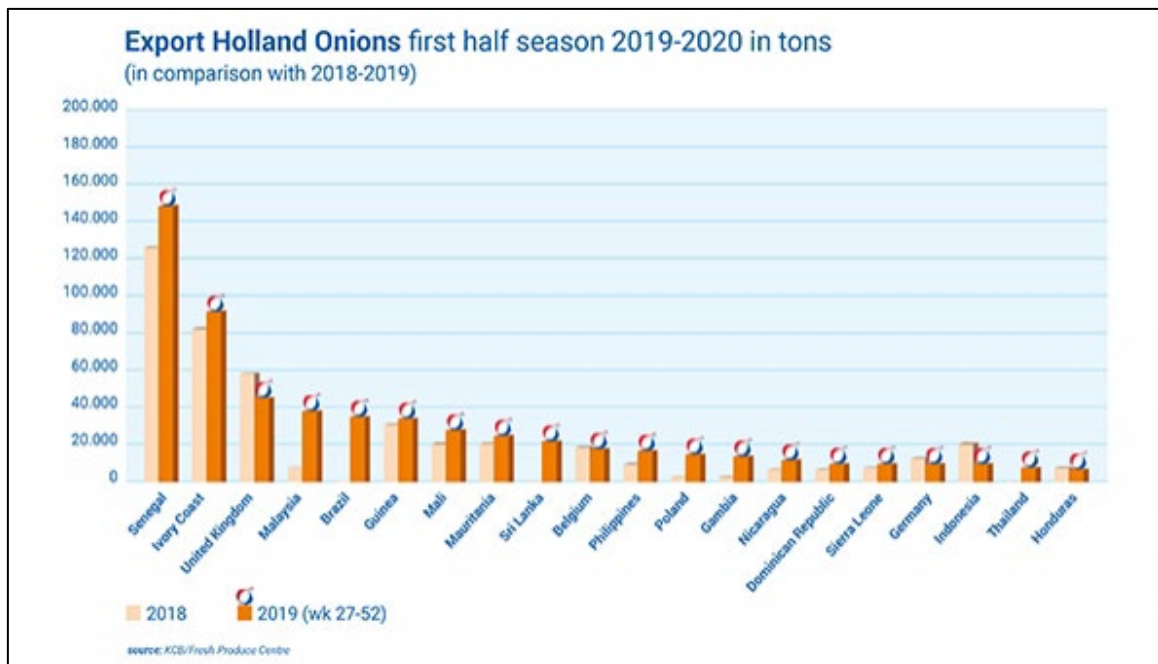
De top van landen waar de grootste hoeveelheden zaaiuien worden geproduceerd zijn India en China. Tegelijk zijn de verliezen in de bewaring daar ook groot. Ze kunnen oplopen tot 50% (bron: FAOstat). In ontwikkelingslanden lopen totale verliezen regelmatig zelfs op tot 95% waarbij het aandeel verlies in bewaring varieert van 16-35% (Nassarawa en Sulaiman, 2019). Vrijwel alle uienproductiegebieden ter wereld kennen maar een beperkte bewaarperiode van het geteelde product die inherent is aan de eigenschappen van de cultivars (Figuur 1). Slechts een beperkt gebied met 16 uur zonlicht per dag of meer is geschikt voor uien van het Rijnsburger type dat zich leent voor lange bewaring.



Figuur 1. Verschillende typen lange-dag uien die in Nederland geteeld worden en de relatie met bewaarbaarheid.
Bron: HOA (data seizoen 2017/2018)

Nederland heeft, ondanks dat het een klein land is, een marktaandeel van 15-20% op de wereldwijde exportmarkt (bron: Holland Onion Association www.holland-onions.org). Nederland exporteert zo'n 95% van haar binnenlandse productie die overigens de afgelopen 20 jaren met zo'n 4% per jaar in omvang is gegroeid. De Nederlandse uienverwerkers en exporteurs vinden elk jaar veel (tot 140) bestemmingen voor de export, waarvan een flink deel overzee (Figuur 2). Om het marktaandeel vast te houden, of zelfs nog te verhogen is jaarronde levering van constant hoge kwaliteit zaaiuien van groot belang. Teneinde levering te spreiden worden uien, vaak langdurig, opgeslagen.

De opslag vindt voor het grootste deel plaats in geconditioneerde bewaarcellen waarbij kachels gebruikt worden voor verwarming van de lucht en ventilatoren voor een geforceerde luchtstroom door het product. Dit betekent dat er beperkt controle is op de temperatuur in de bewaarcel. In een beperkt aantal gevallen worden uien opgeslagen in mechanisch gekoelde bewaarcellen waarbij het product continu op een lage temperatuur gehouden wordt voor levering tegen de start van het nieuwe seizoen. In sommige gevallen, met name in warme landen waar gekoelde opslag moeilijk realiseerbaar is, wordt echter juist opslag bij 25-30°C aanbevolen waarbij de relatieve luchtvochtigheid dan maximaal 65% dient te zijn. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat het product metabolisch laag actief is, zowel bij lage, als bij relatief hoge temperatuur. Bij hoge temperatuur is de kans op uitdroging echter groot. Daarom wordt aanbevolen de luchtvochtigheid zo hoog mogelijk te houden (Petropoulos, 2017). Echter een te hoge luchtvochtigheid betekent een groot risico op bewaarrot en stimulatie van wortelgroei. Hoge luchtvochtigheid vormt overigens onder alle bewaar-omstandigheden een bedreiging. Controle op bewaar en transportcondities is vereist teneinde verlies tegen te gaan en een product te leveren van zo constant mogelijke kwaliteit. Bewaarziekten moeten worden tegengegaan en spruitvorming moet worden voorkomen.



Figuur 2. Exportcijfers in tonnen Hollandse uien naar de top-20 bestemmingen en voor twee opeenvolgende seizoenen (bron Holland Onion Association).

1.2 De teelt en het verschijnsel 'rust'

De teelt van zaaiuien vindt plaats in een enkel seizoen. In Nederland wordt rond april gezaaid en worden de uien, geschikt voor consumptie, datzelfde jaar rond augustus/september geoogst en vervolgens (langdurig) bewaard.

Pas geoogste uien verkeren in een staat van rust die ontstaat tijdens de groei (periode van bolvorming waarin geen nieuwe bladeren meer gevormd worden maar bladloze rokken) en die aangeduid wordt als endodormancy. Hoe optimaal de condities ook zijn, spruitvorming zal in deze periode niet op gang komen. De grootste

verandering in de stofwisseling van de uien na de oogst is die van de overgang van endodormancy naar de zogenaamde ecodormancy fase. De fase van endodormancy eindigt diep in de herfst tot begin winter (november/december). De eerste aanzet tot de overgang naar ecodormancy lijkt echter al gegeven tijdens het drogen van de bollen (Chope et al. 2012). Tijdens de periode van ecodormancy kunnen alleen specifieke externe omstandigheden nog voorkomen dat de uien gaan spruiten. Bij actief spruiten wordt over het algemeen eerst wortelgroei waargenomen, gevolgd door groei van de spruit (Sharma et al. 2016).

De duur van de endodormancy periode en de condities die van invloed zijn op het spruiten van uien zijn van verschillende factoren afhankelijk:

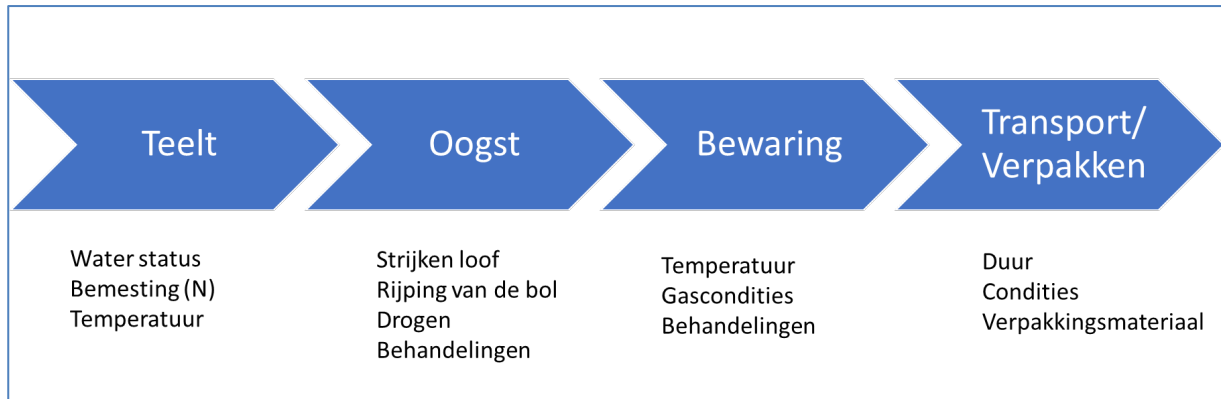
- Het ras – vooral rassen met een hoog drogestof gehalte lijken geschikt voor lange bewaring (Sharma et al. 2016). In veredelingsprogramma's speelt mate van spruiting tijdens lange bewaring een belangrijke rol en veredelaars zijn erin geslaagd rassen te ontwikkelen die lang bewaard kunnen worden met een laag risico op spruitvorming.
- Teeltcondities en behandelingen – Voor wat betreft het irrigatie regime en dan met name het veroorzaken van een watertekort teneinde de rijping van de bol te stimuleren is extreem watertekort kort voor de oogst nadelig voor het bewerkstelligen van een lange periode van endodormancy (Petropoulos et al. 2017). Naast irrigatie speelt voeding een rol. Met name kalium toediening in bepaalde concentraties kan effect hebben op mate van uitdroging en het tijdstip van spruiten tijdens bewaring (Petropoulos et al. 2017).
- Het oogstmoment - Te vroeg en te laat geoogst product kan minder lang worden opgeslagen dan product dat geoogst is vanaf 50% tot 100% volgroeid, hier gedefinieerd als het moment van het strijken van het loof (Suojala, 2001).
- Drogen – Temperatuur en luchtvochtigheid tijdens het proces van drogen, meestal geforceerd, hebben effect op bewaarkwaliteit. Met name als het er op aankomt bewaarziekten tegen te gaan (Steenge, 1991).

Daarnaast speelt de hormonale balans in de ui een rol van betekenis. Het in rust (endodormancy) gaan van de bollen wordt bevorderd door het hormoon abscisinezuur dat vanuit het blad getransporteerd wordt naar de spruit in aanleg. Te vroege loofdoding heeft effect op de hoeveelheid en daarmee op de effectiviteit van dit hormoon in de aangelegde spruit.

Lokaal afnemende concentraties abscisinezuur en pieken in de productie van groeibevorderende hormonen (gibberelline, auxine en cytokinine) spelen een rol bij verbreken van de endodormancy en de transitie naar ecodormancy. De regulatie mechanismen zijn echter dermate complex dat hormoonbehandelingen niet altijd een eenduidig effect laten zien (Chope et al., 2012).

1.3 De keten

Onderstaand diagram (Figuur 3) geeft voor de verschillende perioden in de productieketen aan welke factoren van invloed zijn op de uiteindelijke kwaliteit van het product ui, met name wat betreft het voorkomen van voortijdig spruiten (Petropoulos et al. 2017). Een aantal van deze factoren zijn beïnvloedbaar.



Figuur 3. Overzicht van de opeenvolgende fasen in de productieketen van ui. Onder iedere fase is aangegeven welke factoren van belang zijn in relatie tot het voorkomen van vroegtijdig spruiten.

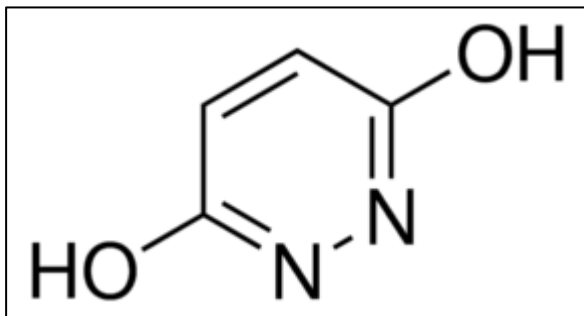
Een aantal van de factoren uit figuur 3 zijn in paragraaf 1.2 besproken. In wat volgt zal aandacht besteed worden aan factoren die in de loop van de tijd de meeste aandacht gekregen hebben in de strijd tegen vroegtijdig spruiten van de ui.

2 Het voorkomen van spruiting tijdens bewaring – toepassing van MH

Jaarronde levering van uien, waarbij transport naar verre bestemmingen een belangrijke rol speelt, vereist het effectief onderdrukken van spruitvorming nadat de periode van endodormancy doorbroken is.

Tot op dit moment en al vanaf de jaren '60 van de vorige eeuw is toepassing van Maleine hydrazide (MH, figuur 4) in de teeltfase het meest effectief gebleken. Behandelde uien kunnen daarmee vaak tot juni afgezet worden zonder waarneembare spruitvorming. Daarbij worden uien opgeslagen in met buitenlucht gekoelde bewaarcellen, bij een temperatuur en luchtvochtigheid die (computer) gestuurd wordt door product- en buitentemperatuur.

De werking van MH wordt toegeschreven aan de remmende werking op hormonen die betrokken zijn bij de actieve groei van de spruit (Sharma et al. 2016). MH wordt toegepast aan het einde van de teeltfase en de stof wordt, net als het in het blad gesynthetiseerde absciscinezuur, van daar af getransporteerd naar de bol.



Figuur 4. Structuurformule van Maleine hydrazide (MH), een remmer van celdelingsactiviteit.

Uit een studie uitgevoerd door Wageningen UR (Brink, 2011) en in de seizoenen 2007 tot en met 2009, is gebleken dat het bespuiten van de uien met MH het meest effectief is wanneer toegepast bij het begin van het strijken van het loof (tot 50% gestreken loof). Een homogeen strijkend gewas is dus ook belangrijk voor een effectieve opname.

Het gebruik van MH is echter onder druk komen te staan. Op 1 november 2017 is de toelating van het gebruik van MH met de standaard 15 jaar verlengd tot 31 oktober 2032. Voorwaarde voor de verlenging was een verlaging van het aandeel van het bijproduct hydrazine (dat ontstaat tijdens het productieproces) met een factor 30-40, tot een concentratie van maximaal 0,028 mg/kg. Dit is de toelatingshouder gelukt en daarmee is er momenteel een schonere vorm van MH toegelaten dan voor 2017 werd gebruikt.

Als de mogelijkheid tot het gebruik van MH (voortijdig) wegvalt moet er een alternatieve methodiek of middel beschikbaar zijn. De beschikbare tijd moet daarom gebruikt worden om deze alternatieven te ontwikkelen en op hun waarde te toetsen voor behoud van de exportpositie van de Nederlandse ui.

Het zal hierbij gaan om alternatieven voor zowel de bewaring als de daarop volgende periode van afzet, want ook tijdens transport moeten de uien rustig blijven, onderweg naar vaak verre bestemmingen. In het geval van transport naar verre bestemmingen wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van in reefer containers. Naar

West-Afrika vindt ook nog conventioneel transport plaats waarbij enkele duizenden pallets in een scheepsruim vervoerd worden. Het temperatuurverschil tussen Nederland en de veelal (sub) tropische bestemmingen is zeer nadelig voor de bewaarbaarheid. Schepen zijn 10-30 dagen onderweg en bij aankomst kan het product (al dan niet geconditioneerd) soms nog enkele weken op de haven of onderweg zijn naar de uiteindelijke bestemming. Kortom, een periode van 6 tot 8 weken na uitschuren bij de teler tot de uiteindelijke consument is niet ongebruikelijk. Gedurende deze periode is behoud van spruitrust cruciaal.

Voor de biologische teelt geldt dat MH behandeling verboden is. Daar wordt gewerkt aan gecontroleerd klimaat tijdens bewaring (zie onder 3.2.1). Wat betreft de afzet heeft de biologische teelt het voordeel dat haar producten vaak lokaal afgezet worden en binnen enkele dagen tot twee weken na uitschuren bij de teler reeds geconsumeerd zijn. Spruitvorming bij uien na bewaring is hier minder een probleem omdat de tijd totdat het product verkocht wordt beperkt is (mondelijke informatie Tolsma).

Naast behandeling met MH worden uien doorgaans opgeslagen bij lage temperatuur. Hierdoor blijft de stofwisseling laag en krijgen ziekteverwekkers minder kans. Die loopt meestal mee met de buitentemperatuur. In de winter wordt daarbij een temperatuur tot maximaal 6-10 °C gerealiseerd maar deze kan geleidelijk oplopen in het voorjaar, tot wel 15 °C. Het droog houden van de uien is hierbij belangrijk. Wanneer het temperatuurverschil te groot wordt kan er gemakkelijk vocht op het product ontstaan waardoor de kwaliteit sterk vermindert.

3 Alternatieve strategieën

Het belang van onderzoek naar alternatieve strategieën van remming van spruitvorming wordt wereldwijd erkend. Tot op heden is echter het succes van deze alternatieven zeer wisselend. In onderstaande worden de belangrijkste alternatieven en de stand van zaken kort toegelicht.

3.1 Het ontwikkelen van nieuwe rassen

Een van de karaktereigenschappen waarop de ui veredeld wordt is de mate van spruitvorming. Op die manier zijn rassen ontstaan die verschillen op dit punt. Sommige rassen spruiten gemakkelijk, andere veel trager. Dit heeft effect op de mogelijkheid om uien korter of langer te bewaren. Geadviseerde bewaaruur varieert in de praktijk van slechts enkele tot negen maanden. Bewaar-eigenschappen worden vastgesteld aan uien die niet vooraf met MH zijn behandeld en in met buitenlucht gekoelde opslag worden bewaard. Veredeling van nieuwe rassen, die een sterkere mate van spruitrust vertonen, is echter tijdrovend. Het kost 10 tot 15 jaar voordat een nieuw ras op de markt kan worden gebracht.

In onderzoek naar mogelijke alternatieven voor MH behandeling is het daarom zinvol commerciële rassen die naar verwachting verschillen in mate van spruitvorming mee te nemen. Op die manier kan informatie verzameld worden over de algemene geldigheid van het beproefde alternatief. Overigens hoeft niet voor ieder ras eenzelfde maximale bewaaruur gerealiseerd te worden. Het betreft vooral de late rassen die zich vanwege verschillende kenmerken zoals huidvastheid en hardheid lenen voor de lange bewaring. Zolang jaarronde leverzekerheid van uien maar gewaarborgd blijft.

3.2 De bewaarcondities van uien

3.2.1 Aanpassen temperatuur tijdens opslag

Uienbewaring vindt veelal plaats in met buitenlucht gekoelde bulk bewaarcellen van enkele honderden tonnen product. Daarmee is er beperkt controle op de actuele bewaar temperatuur. Bovendien reageren rassen verschillend op bepaalde temperaturen (vd Brink en vd Broek, 2006).

Bewaring van uien bij gecontroleerde temperatuur (mechanische koeling) is kostbaar. Daarom wordt in veel gevallen toch gebruik gemaakt van koeling met buitenlucht. De optimale temperatuur voor zeer lange bewaring van uien ligt laag (2-3°C). Hoge temperaturen (>25°C) kunnen toegepast worden in warme landen waar het realiseren van koude opslag problematisch is (Petropoulos et al. 2017). Het nadeel van bewaring bij hoge temperatuur is dat de bollen kunnen uitdrogen.

De luchtvochtigheid tijdens gekoelde opslag ook van belang. Het is aanbevolen, tijdens opslag bij lage temperatuur, een luchtvochtigheid van 65-75% aan te houden (Nassarawa and Suliman, 2019). Om dergelijke waarden te bereiken worden koelcellen steeds vaker uitgerust met condensdrogers.

Volgens de leveranciers van bewaarfaciliteiten (van Amerongen en Tolsma, mondelinge informatie) is er de laatste jaren meer aandacht voor het opslaan van uien met mechanische koeling, ook al is het kostbaar.

Biologisch geteelde uien worden voor lange bewaring worden bij voorkeur opgeslagen bij lage temperatuur en via de korte afzetketen aan de eindklant op korte afstand geleverd. Voor biologisch geteelde uien geldt dat MH bespuiting niet is toegestaan.

3.2.2 Aanpassen gascondities tijdens opslag

Naast controle op temperatuur kan de gassamenstelling van de lucht tijdens opslag ook aangepast worden. Verlaging van het gehalte zuurstof, al dan niet in combinatie met aanpassing aan het gehalte koolstofdioxide, wordt succesvol toegepast bij bewaring van fruit. Deze manier van bewaren wordt vaak aangeduid met CA (Controlled Atmosphere) of ULO (Ultra Low Oxygen) bewaring. Ook over lange bewaring van uien onder ULO verschijnen steeds meer onderzoeksresultaten waarbij melding gemaakt wordt van positieve effecten op kwaliteitsbehoud (Yoo et al. 2012, Chavez-Mendoza et al. 2016, Petropoulos, 2017, Rios-Gonzalez et al. 2018). Lage concentraties zuurstof reduceren de ademhaling en verhoogde concentraties koolstofdioxide hebben, bij uien, vooral een remmend effect op wortelgroei en spruitvorming (Nassarawa and Sulaiman, 2019).

Uit de hierboven geciteerde literatuur komt naar voren dat er ook nadelige effecten op kwaliteit kunnen optreden, vooral bij hoge concentraties CO₂ (Nassarawa and Sulaiman, 2019). Keuze van de specifieke condities is daarom van belang en vraagt aandacht (Remmelink, 2020). Afhankelijk van het specifieke ras zijn goede bewaarresultaten behaald met concentraties van 1-3% O₂ en 1-5% CO₂ bij een temperatuur <5°C en een relatieve vochtigheid van 60-75% (Adamicki en Kepka 1974, Chavez-Mendoza et al. 2016, Tanaka et al. 1996).

3.3 Conditie tijdens transport

Ook na (langdurige) opslag en tijdens de exportfase moet spruitvorming zoveel mogelijk voorkomen worden. Nederland exporteert uien naar 140 landen en het gaat daarbij om 95% van de uienoogst (totaal rond 1.2 miljoen ton per jaar en ca. 0.2-0.3 miljoen ton re-export uit buurlanden en het zuidelijk halfrond). Het belang om de uien in topconditie te houden is daarom groot.

MH behandeling van de uien garandeert de spruitrust tot aan de consument, ongeacht temperatuur- en luchtvochtigheidsverschillen gedurende bewaring, verwerking en export en de logistieke keten op de lokale bestemmingsmarkten. In de zoektocht naar alternatieven voor MH moet dan ook die periode, volgend op de lange bewaring, onderzocht worden.

Tijdens containertransport kunnen temperatuurswisselingen er ook voor zorgen dat er condens op de uien gevormd wordt. Dit vormt een groot risico op bederf.

Voor bepaalde producten, als bijvoorbeeld aardappel, zijn speciale verpakkingen beschikbaar die O₂ en/of CO₂ maar heel beperkt doorlaten. Hiermee kan een ULO conditie benaderd worden. Een risico van dit soort verpakkingen is ook weer condensvorming door opwarming van het product. Bijkomend gevolg kan zijn dat het folie dichtslaat en de gasuitwisseling geblokkeerd wordt. Deze situatie kan zeer nadelige gevolgen voor het betreffende verse product hebben (mondelijke communicatie NNZ <https://www.nnz.com/packaging-film-tailored-to-reduce-greening-and-sprouting-of-potatoes.html>, <https://perfotec.com/products/>)

3.4 Behandeling van het product

3.4.1 Hormoonbehandelingen

3.4.1.1 Abscisinezuur analogen

Abscisinezuur (ABA) is een belangrijk hormoon dat bepalend is voor de mate en duur van de periode van endodormancy van de ui. ABA wordt gevormd in het blad en vandaaruit getransporteerd naar het groeipunt in de bol van de ui. Relatief hoge concentraties, kort na de oogst, correleren met remming van spruitvorming (Sharma et al. 2016) Tijdens bewaring daalt de concentratie ABA en wanneer deze een kritische grens bereikt wordt de spruit actief.

Toepassing van het natuurlijke abscisinezuur is onmogelijk vanwege het kostenplaatje. Wel zijn er mogelijkheden voor toepassing van analogen. Chope en collega's (2007) hebben, met als doel de ABA concentratie bij aanvang van de bewaring te verhogen, bladbespuitingen toegepast met ABA en met een ABA analoog. Dit bleek echter geen effect te hebben op het niveau van het hormoon in de ui. Dit geeft aan dat ingrijpen in de hormonale huishouding complex is.

3.4.1.2 Ethyleen en 1-MCP

Ethyleen is een plantenhormoon dat betrokken is bij processen gerelateerd aan rijping en veroudering. De rol van ethyleen is diepgaand onderzocht bij fruit (Prasanna et al. 2007). Tijdens de rijping van zogenaamd 'climacteric' fruit vertoont ethyleenvorming een piek. Als gevolg hiervan versnellen de processen van rijping en veroudering. Koelhuizen die appels en peren en ander 'climacteric' fruit opslaan zijn zeer beducht op het voorkomen van relatief hoge ethyleen niveaus in de bewaarcellen. Vaak worden zogenaamde ethyleen scrubbers ingezet voor het wegvangen van, door het fruit geproduceerd, ethyleen (Schaik, 1995).

Sinds eind vorige eeuw wordt 1-methylcyclopropene (1-MCP) succesvol gebruikt om effecten van ethyleen op rijping en veroudering van zowel fruit als groente tegen te gaan (Watkins 2006). 1-MCP remt de gevoeligheid van het product voor ethyleen (Sharma et al. 2016).

In tegenstelling tot 'climacteric' fruit vertonen uien geen piek in de productie van ethyleen. Ethyleen productie tijdens bewaring is daarentegen constant en op een laag niveau (Downes et al. 2009). Bij experimenten met zowel ethyleen als 1-MCP toepassing tijdens bewaring van uien bleek dat beide stoffen spruiting tegen kunnen gaan. Echter uit de verschillende studies blijkt dat effecten niet altijd eenduidig zijn. Effecten lijken afhankelijk van het getoetste uienras en het moment van toediening (Bufler, 2009, Sharma et al. 2016).

Desondanks wordt sinds een aantal jaren continue toepassing van ethyleen tijdens bewaring van uien succesvol toegepast in de praktijk (Swagemakers, 2011). Echter, ethyleen heeft geen nawerking (residu-vrij product) hetgeen betekent dat zodra de ethyleenbegassing stopt, spruitvorming optreedt binnen enkele weken. Dit is vooral nadelig voor product dat bestemd is voor export naar verre bestemmingen (ca. 75% van de Nederlandse uienexport) waarbij na bewaring de uien blootgesteld worden aan vaak sterk wisselende condities.

3.4.2 Overige behandelingen

3.4.2.1 Carvon

Carvon is een etherische (vluchtige) olie wordt gewonnen uit het zaad van karwij. Carvon werkt in op de celdelingsactiviteit en zou op die manier groei van nieuw weefsel, en dus ook wortel en spruitvorming in ui tegen kunnen gaan. Het effect van verschillende Carvon preparaten op spruitvorming is echter zeer beperkt gebleken (van de Brink 2006).

Carvon (Talent, leverancier Adama Northern Europe B.V.) wordt vrijwel uitsluitend bij pootgoed van aardappelen toegepast als kiemremmer. In tegenstelling tot uien (bolgewas) zijn bij aardappelen (knolgewas) de groeipunten aan de buitenkant van de knol aanwezig wat ze beter beschikbaar maakt voor toepassingen met dit soort middelen.

3.4.2.2 1,4SIGHT

1,4 SIGHT (1,4 DiMethylNaphtalene) is een stof die van nature voorkomt in aardappel. Behandeling van droge aardappelen in bewaring houdt de kiemen rustig. Omdat de kiemen aan de buitenkant van de aardappel zitten zijn ze direct toegankelijk voor het middel dat in gasvormige toestand wordt aangeboden. Heel anders is dit bij de ui, waar de spruit ingepakt zit in de rokken van de ui.

Tot op heden zijn er alleen onderzoeken gedaan naar de vermeende fungistatische werking van 1,4SIGHT op ui, waarbij uien vrij laat in de bewaring zijn behandeld. Hierbij zijn geen effecten van 1,4SIGHT op spruitgedrag waargenomen (mondelinge mededeling DormFresh). Ook is niet duidelijk wat het effect op het wortelsysteem kan zijn.

Als de werkzaamheid van 1,4 SIGHT getoetst zou worden, zou het zeer vroeg, voor het drogen van de bol, toegediend moeten worden om nog kans te maken op een direct effect op de spruit. Bij latere toediening zou de bolbodem het aangrijpingspunt moeten zijn.

3.4.2.3 Gammastraling

Over het effect van gammastraling op kwaliteitsbehoud van uien tijdens bewaring zijn enkele publicaties beschikbaar. Het tijdstip is van toepassing is van belang, dit zou binnen de periode van endodormancy moeten plaatsvinden om effect te bewerkstelligen (Farooqi and Donini, 1976).

Sharma (2020) heeft remming van spruiting en het tegengaan van kwaliteitsverlies waargenomen bij een relatief hoge dosis straling. Dit onderzoek, uitgevoerd met een Indiaas ras (Punjab Naroya) beperkte zich tot een bewaarduur van 3 maanden. In de praktijk is dit kort. Het is dan ook de vraag of het waargenomen effect langer in stand blijft.

Algemeen nadeel van de methodiek kan zijn dat bestraling weerstand oproept bij de consument.

4 Voorstel voor het onderzoek naar alternatieven voor MH toepassing

Het is van belang om te besluiten op welke punten in de keten van productie tot consument alternatieve strategieën worden ingezet. De verwachting is dat er uiteindelijk een geïntegreerde aanpak nodig zal zijn om het effect van eerdere toepassing van MH te evenaren. Op meerdere punten in de keten (Figuur 3) zullen maatregelen nodig zijn om een maximaal effect te bereiken en uiteindelijk een product af te leveren dat voldoet aan de vastgestelde kwaliteitscriteria.

Tot op heden is met verschillende beschreven alternatieven beperkt geëxperimenteerd. Het betreft daarbij veelal experimenteel (wetenschappelijk) onderzoek onder strikt gecontroleerde omstandigheden en met kleine hoeveelheden product. In de praktijk wordt nu vrijwel uitsluitend gewerkt aan optimalisatie van (mechanisch) gekoelde opslag (mondelinge informatie Tolsma en van Amerongen).

Om een start te maken en te kiezen uit de beschikbare, hierboven beschreven, alternatieven ligt het voor de hand allereerst condities tijdens (lange) bewaring te onderzoeken.

Het voorstel is te starten met een experiment waarbij de focus zal liggen op langdurige bewaring van uien die niet met MH behandeld zijn. Daarnaast zal ook het kwaliteitsverloop in de periode na bewaring onderzocht worden.

Voorgestelde factoren waarmee geëxperimenteerd zal worden in het eerste bewaar-experiment zijn:

- Rassen: hoe gedragen verschillende rassen zich onder de aangelegde bewaarcondities?
- Temperatuur: in hoeverre is er speelruimte binnen opslag bij lage temperatuur?
- CA bewaring: wat is het effect van laag zuurstof op bewaarkwaliteit en hoe verschillen de rassen daarin?

5 Literatuur

Adamicki, F. and Kepka, A.K. (1974) Storage of onions in controlled atmospheres. *Acta Hort.*38, 53-74

Brewster, J.L. (2008) Onions and other vegetable alliums. ISBN 9781845933999

Brink, L. van den, R. van den Broek (2006) Het optreden van spruitvorming en kale uien tijdens de bewaring. Literatuurstudie. PPO nr.32500225

Brink, L. van den (2011) Tijdstip van MH bespuiting in uien en effect van stikstof op kale uien; proeven 2009/2010 en eindrapportage 2007-2010. PPO nr.3250022511

Bufler, G.(2009) Exogenous ethylene inhibits sprout growth in onion bulbs. *Annals of Botany* 103:23-28

Chavez-Mendoza, C., Vega-Garcia, M.O., Guevara-Aguilar, A., Sanchez, E., Alvarado-Gonzalez, M., Flores-Cordova, M.A. (2016) Effect of prolonged storage in controlled atmospheres on the conservation of onion (*Allium cepa* L.) quality. *Journal of Food and Agriculture*, 28(12), 842-852

Chope, G.A., Terry, L.A., White, P.J.(2007) Preharvest application of exogenous abscisic acid (ABA) or an ABA analogue does not affect endogenous ABA concentration of onion bulbs. *Plant Growth Regul* 52:117-129

Chope, G.A., Cools, K, Hammond, J.P., Thompson A.J. and Terry L.A. (2012) Physiological, biochemical and transcriptional analysis of onion bulbs during storage. *Annals of Botany* 109: 819-831

Downes, K., Chope G.A. and Terry L.A. (2010) Postharvest application of ethylene and 1-methylcyclopropane either before or after curing affects onion (*Allium cepa* L.) bulb quality during long term cold storage. *Postharvest biology and Technology* 55, 36-44

Farooqi WA, Donini B. Effects of gamma irradiation on onion sprouting. I.--Influence of dose rate and post-harvest period of treatment. *S TA NU*. 1976 Sep-Dec;6(5-6):301-3. PMID: 1037423

Nassawara, S.S. and Sulaiman, S.A.(2019) Extending the shelf life of tomato and onion in Nigeria: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition* Vol.4(5), 99-111

Petropoulos, S.A., Ntatsi, G., Ferreira, I.C.F.R.(2017) Long term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. *Food Reviews International*, 33:1, 62-83

Rommelink, N. (2020) Controlled Atmosphere (CA) het beste alternatief voor kiemremmers in de uienbewaring? AGF artikel
<https://www.agf.nl/article/9201164/controlled-atmosphere-ca-het-beste-alternatief-voor-kiemremmers-in-de-uienbewaring/>

Prasanna, V., Prabha, T.N., Tharanathan, R.N.(2007) Fruit Ripening Phenomena – An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47:1,1-19

Rios-Gonzalez I.J., Guevara-Aguilar A., Sida-Arreola J.P., Sanchez E., Ronquillo-Aboite J.O., Alvarado-Gonzalez M., Chavez-Mendoza C. (2018) *J Food Sci Technol* 55(9)-3564-3574

Schaik, A.C.R. van (1995) Ethyleen scrubbing preserves firmness of Elstar apples. *Groenten en Fruit*. Vakdeel fruit 5 6. ISSN 1380-3581 p.14-15

Schepers, H., Esselink, J., Spoorenberg P.(2018) Alternatieven voor diquat en maleine hydrazide. WPR-3710454200

Sharma, P., Sharma, S.R., Dhali, R.K. and Mittal, T.C.(2020) Effect of γ -radiation on post-harvest storage life and quality of onion bulbs under ambient condition. J Food Sci Technol doi.org/10.1007/s13197-020-04290-z

Sharma, K., Lee, Y.R., Park, S.W. and Nile, S.H. (2016) Importance of growth hormones and temperature for physiological regulation of dormancy and sprouting in onions, Food Reviews International, 32:3, 233-255

Steenge, E.J., Rops A.H.J., Hak P.S. en Kristiaan G.J. (1991) Onderzoek naar kwaliteitsgerichte bewaarmethoden van zaaiuien. Jaarboek 1990/1991 Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, publicatie nr. 58, blz.117-123

Suojala, T.(2001) Effect of harvest time on storage loss and sprouting in onion. Agricultural and Food Science in Finland Vol.10:323-333

Swagemakers (2011) Uien blijven tot juni goed met ethyleen. Akkerwijzer <https://www.akkervijzer.nl/artikel/85548-uien-blijven-tot-juni-goed-met-ethyleen/>

Tanaka K., Matsuo Y., Egashira J.(1996) Controlled Atmosphere storage of onions. Acta Hortic. 440

Watkins C.B.(2006) The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnology Advances 24, p 389-409

Yoo, Kil S., Lee, E.J. and Patil, B.S.(2012) Changes in Flavor Precursors, Pungency, and Sugar Content in Short-Day Onion Bulbs during 5-Month Storage at Various Temperatures or in Controlled Atmosphere. Journal of Food Science, Vol.77, Nr.2

Overige geraadpleegde bronnen

Naast gesprekken met deelnemers binnen het Uireka project zijn er gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van bedrijven die zich bezig houden met opslag van aardappelen en uien, met een leverancier van verpakkingen van uien en met een biologische uienteler.

Benaderde bedrijven zijn:

- Tolsma-Grisnich www.tolsmagrisnich.com
- Van Amerongen CA Technology www.van-amerongen.com
- Restrain www.restrain.eu.com
- DormFresh www.dormfresh.co.uk
- NNZ www.nnz.nl
- Carel Bouma www.biologischpootgoed.nl

Verder hebben meegewerkt aan deze studie:

- De leden van de werkgroep 'Vervanging MH' binnen het Uireka project.
- Joop Esselink en Chris de Visser vanuit Wageningen University and Research
- Gijsbrecht Gunter vanuit het GroentenFruit Huis