

# Het optreden van spruitvorming en kale uien tijdens de bewaring

Literatuurstudie

L. van den Brink, R. van den Broek

©2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Het onderzoek is gefinancierd door het Hoofdproductschap Akkerbouwgewassen

Projectnummer: 32500225

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 – 291 111

Fax : 0320 - 230479

E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING.....	6
2 DE FYSIOLOGIE VAN DE AFRIJPING EN DE SPRUITRUST.....	8
2.1 De afrijping.....	8
2.2 Het ontstaan van spruitrust.....	8
2.3 Het opheffen van de spruitrust.....	8
2.4 Invloed van bewaartemperatuur.....	10
2.5 Invloed van de relatieve luchtvochtigheid.....	11
2.6 Invloed van bemesting.....	11
2.7 Invloed van vochtvoorziening.....	12
2.8 Invloed van oogsttijdstip.....	12
2.9 Invloed van beschadiging.....	13
2.10 Effect van MH-behandeling.....	13
2.11 Effect van andere spruitremmers.....	15
3 HET OPTREDEN VAN KALE UIEN.....	17
3.1 Invloed van oogsttijdstip.....	17
3.2 Invloed van bemesting.....	17
3.3 Invloed van de bewaaronstandigheden.....	18
4 BEWARING IN DE PRAKTIJK.....	19
4.1 Het drogen.....	20
4.2 Het koelen.....	21
4.3 Het bewaren.....	21
4.4 Vergelijking met andere landen.....	22
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	23
LITERATUUR.....	<b>FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIËRD.</b>



# Samenvatting

In de praktijk valt de bewaring van uien regelmatig tegen. Een belangrijk probleem is dat de spruitrust onvoldoende blijkt te zijn. Dit ondanks het feit dat de uien behandeld zijn met een spruitremmer. Een ander probleem is het optreden van kale uien op het moment dat de uien uit de bewaring gehaald worden. Ingeschat wordt dat in normale jaren bij 10% van het uienareaal sprake is van problemen met onvoldoende spruitrust of kale uien. In sommige jaren kan dit echter veel erger zijn. Zo had in 2004 ongeveer 50% van de percelen in Flevoland te maken met kwaliteitsproblemen bij de bewaring.

In deze literatuurstudie is de bestaande kennis uit de wetenschappelijke literatuur en ook uit de praktijk omtrent spruitvorming en kaalheid verzameld. Er is gesproken met verschillende mensen uit de praktijk. Het doel van de literatuurstudie was om op basis van de bestaande kennis aan te geven wat reeds bekend is en waar aanvullend onderzoek gewenst is om zo mogelijk oplossingen te kunnen ontwikkelen voor de problemen die er zijn met spruitvorming en kale uien.

Uit het literatuuronderzoek komt het volgende naar voren:

- Er is veel onderzoek gedaan naar de fysiologie rondom het tot stand komen van spruitrust en het doorbreken van de spruitrust. Er spelen verschillende groeihormonen een rol, terwijl ook het metabolisme van de koolhydraten belangrijk lijkt te zijn. Het onderzoek biedt op dit moment echter nog geen aanknopingspunten voor de praktijk.
- Voor het beperken van spruitvorming bij lange bewaring is de toediening van MH de belangrijkste factor. Het optreden van spruitvorming is vooral afhankelijk van de vraag of er voldoende MH in de bolstoel is terechtgekomen. Het tijdstip van toediening, de toestand van het loof op het moment van spuiten (groenheid, gezondheid, gestreken zijn), de weersomstandigheden, de dosering en de bespuitingstechniek zijn in dit verband belangrijk. Over de bepaling van het juiste toedieningstijdstip bestaat nog veel onduidelijkheid. Er worden in de praktijk twee criteria gebruikt, nl:
  - begin strijken van het loof
  - een verhouding van de boldiameter tot de halsdiameter van 3:1.

Niet duidelijk is of deze criteria tot duidelijk andere toedieningstijdstippen leiden, met name ook onder invloed van weersomstandigheden, rassen en stikstofbemesting. Daarnaast zijn er ook diverse praktijkervaringen dat de MH-bespuiting niet het gewenste effect heeft. Ook is niet duidelijk hoe groot het risico is op voze uien indien er relatief vroeg met MH gespoten wordt. Nader onderzoek naar criteria om het juiste toedieningstijdstip te bepalen lijkt dan ook gewenst.

- Om tijdens de bewaring het effect van de MH-bespuiting te controleren en dus te kunnen bepalen hoe lang de uien bewaard kunnen worden, wordt nu vaak gewerkt met een kweekproef die in oktober/november wordt uitgevoerd en waarbij uien in vochtige grond worden geplaatst. In de literatuur zijn aanwijzingen gevonden dat de spruitvorming in vochtige grond aanzienlijk kan afwijken van die in droge bewaaromstandigheden, zodat men zich kan afvragen of de kweekproef wel de juiste informatie oplevert. Daarnaast is ook niet duidelijk wat het effect van vochtige omstandigheden op MH is. Uit de literatuur komen aanwijzingen dat het MH-gehalte van de jonge spruiten in de ui een goed verband geeft met de spruitvorming. Het lijkt dan ook gewenst te onderzoeken of bepalingen van dit gehalte een betere voorspellende waarde hebben voor de spruitrust dan de kweekproef.
- Er zijn duidelijke rasverschillen in reactie op de bewaar temperatuur. Ook de temperatuur bij het drogen heeft invloed op de spruitrust. De optimale bewaar temperatuur voor spruitvorming kan van ras tot ras variëren van 10 °C tot 25 °C. Ook binnen een ras is er een grote variatie in snelheid van spruitvorming. Dit geldt ook voor hybride-rassen. De vraag kan gesteld worden of er meer informatie nodig is over de interactie tussen rassen en bewaar temperatuur.
- De invloed van het oogsttijdstip en de stikstofbemesting op de spruitrust is aanwezig, maar is gering in vergelijking met die van een MH-behandeling, het ras en de bewaar temperatuur. Bij de stikstofbemesting geldt dat de spruitrust verbeterd kan worden door onder het huidige advies te bemesten. Dit gaat echter te veel ten koste van de opbrengst. De afname van de spruitrust bij een verhoging van de stikstofbemesting boven het advies lijkt mee te vallen. Indien uien veel beschadigd raken bij de oogst of het inschuren, gaan ze ook sneller over tot spruitvorming. In de praktijk worden echter meestal wel voldoende maatregelen genomen om beschadiging van uien te voorkomen.
- Voor het tegengaan van kale uien lijken het oogsttijdstip, de temperatuur tijdens het drogen en bewaren en de relatieve luchtvochtigheid tijdens het bewaren de belangrijkste factoren te zijn. In de praktijk heeft men de indruk dat er meer kale uien optreden bij hogere stikstofbemesting, vooral in de situatie dat er laat geoogst wordt. Onderzoek naar het effect van stikstofbemesting bij laat oogsten op het optreden van kale uien kan hierover meer duidelijkheid geven.

# 1 Inleiding

In de praktijk valt de bewaring van uien regelmatig tegen. Een belangrijk probleem is dat de spruitrust onvoldoende blijkt te zijn. Dit ondanks het feit dat de uien behandeld zijn met een spruitremmer. Omdat uien die spruiten hebben gevormd niet meer leverbaar zijn, ontstaat een grote opbrengstreductie. Een ander probleem is het optreden van kale uien op het moment dat de uien uit de bewaring gehaald worden. Ingeschat wordt dat in normale jaren bij 10% van het uienareaal sprake is van problemen met onvoldoende spruitrust en/of kale uien. In sommige jaren kan dit echter veel erger zijn. Zo had in 2004 ongeveer 50% van de percelen in Flevoland te maken met kwaliteitsproblemen bij de bewaring.

Het doel van deze literatuurstudie is om de kennis omtrent spruitvorming en kaalheid te verzamelen. Op basis van deze kennis kan vervolgens bepaald worden waar eventueel aanvullend onderzoek wenselijk is. Bij zowel spruitvorming als kaalheid is het bekend dat er duidelijke rasverschillen zijn. In deze literatuurstudie zal hierop niet verder ingegaan worden. Wel zullen eventuele interacties tussen rassen en andere factoren aan de orde komen.

De literatuurstudie is gericht op de meest gangbare manier van bewaren van uien in Nederland, nl. bulkbewaring met buitenluchtkoeling. Er wordt geen aandacht besteed aan CA-bewaring.

Er is gesproken met verschillende mensen die in de praktijk veel te maken hebben met de bewaring van uien. Ook zijn enkele bijeenkomsten bezocht waarin de bewaring van uien werd besproken.

Het verslag is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 zal ingegaan worden op de fysiologie van de afrijping van uien, het ontstaan van spruitrust en de factoren die hierop invloed uitoefenen.
- In hoofdstuk 3 zal ingegaan worden op de factoren die invloed hebben op het ontstaan van kale uien.
- In hoofdstuk 4 zal een beschrijving gegeven worden van de manier waarop in Nederland uien bewaard worden.
- In hoofdstuk 5 staan de conclusies en aanbevelingen.



## 2 De fysiologie van de afrijping en de spruitrust

Tijdens de afrijping komt de uienplant in een stadium van spruitrust. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de afrijping verloopt, hoe de spruitrust ontstaat en weer verdwijnt. Vervolgens wordt beschreven hoe de verschillende teeltfactoren invloed hebben op de spruitrust.

### 2.1 De afrijping

Na opkomst vormt de uienplant aanvankelijk bladeren en een schijnstengel die bestaat uit bladschedes. Op het moment dat de plant tot bolvorming overgaat, worden er geen groene bladschijven meer gevormd, maar uitsluitend bladscheden (bladloze rokken). Deze overgang vindt bij de rassen die in Nederland gebruikt worden plaats onder invloed van lange dag. Ook de temperatuur en de verhouding tussen het rode en verrode gedeelte van het licht spelen hierbij een rol. De bladscheden doen dienst als opslagorgaan waarin, naarmate het gewas verder groeit, steeds meer assimilaten worden opgeslagen. De bol groeit hierdoor sterk in omvang. De hals wordt daarnaast steeds zwakker. Deze verzwakking leidt er toe dat het loof, afhankelijk van o.a. de windsterkte en regenval, vroeger of later gaat strijken. Na het strijken van het loof sterft het blad geleidelijk af. In Nederland wordt meestal niet eerder geoogst dan dat 50-90% van het blad afgestorven is. Soms wordt in de praktijk echter nog later geoogst. Naast het criterium van % afgestorven blad, wordt ook gekeken of de bol een afgerijpte indruk geeft: de bol moet voorzien zijn van een geelbruin gekleurd droog vlies dat de bol geheel of gedeeltelijk bedekt. In situaties dat het loof versneld afsterft, bijvoorbeeld ten gevolge van ziekten, kan het voorkomen dat het afgerijpt zijn van de bol het criterium voor het oogsttijdstip moet zijn. Meestal duurt de periode van volledig strijken tot rooien 3 tot 4 weken.

### 2.2 Het ontstaan van spruitrust

Ongeveer op het moment van strijken van het loof stopt de initiatie van nieuwe bladeren. De bol komt dan in de spruitrustfase. Dit wordt veroorzaakt door groeiremmende hormonen die waarschijnlijk in het loof worden gevormd en naar de bol worden getransporteerd (Komochi, 1990). Met name abscisinezuur (ABA) wordt hierbij gezien als het belangrijkste groeiremmende hormoon. Matsubara en Kimura (1991, geciteerd door Gubb & MacTavish, 2002) vonden bij het begin van de spruitrust hoge ABA-niveaus. Er zijn echter ook onderzoekers die er van uitgaan dat er naast ABA nog andere groeiremmende hormonen zijn die de spruitrust induceren (Komochi, 1990). Volgens Komochi (1990) zijn er ook proeven gedaan waaruit bleek dat verwijdering van blad of uitdroging van het blad leidde tot een verkorting van de spruitrust. In deze situaties wordt verhinderd dat er groeiremmende hormonen van het blad naar de bol getransporteerd worden. De spruitrust lijkt maximaal te zijn op het moment dat 50 – 100 % van het loof gestreken is en daarna wordt de spruitrust geleidelijk weer opgeheven.

### 2.3 Het opheffen van de spruitrust

Komochi (1990) komt op basis van literatuurgegevens tot de conclusie dat het opheffen van de spruitrust gereguleerd wordt door een balans tussen groeiremmende en groeibevorderende hormonen. Het groeiremmende hormoon ABA wordt langzaam afgebroken. Daarnaast worden gedurende de bewaring in toenemende mate groeibevorderende hormonen, m.n. auxines, gibberellines en cytokinines, aangemaakt. Aangenomen wordt dat cytokinines de belangrijkste rol spelen. Cytokinen worden aangemaakt in de meristematische weefsels van de wortelpunten. Komochi vermeldt ook onderzoek waarbij bleek dat verwijdering van de wortels een vertraging van de spruitvorming gaf. Er wordt van uitgegaan dat auxines niet de spruitrust breken, maar wel de spruitgroei bevorderen. Auxines induceren ook de biosynthese van ethyleen. Ethyleen is volgens Benkeblia et al (2004) ook betrokken bij het beëindigen van de spruitrust, maar de exacte rol is niet duidelijk. Bekend is dat toediening van lage concentraties ethyleen tijdens de bewaring de spruitgroei beperkt. Naast cytokinine en auxine spelen ook gibberellines een rol. De preciese werking van de groeibevorderende hormonen is nog niet duidelijk en hieraan wordt verder onderzoek verricht (Benkeblia et al. 2004, 2005).

Naast spruitvorming wordt er door een aantal onderzoekers ook aandacht besteed aan wortelvorming. Volgens Komochi (1990) reageert de wortelvorming op dezelfde manier op uitwendige omstandigheden als de spruitvorming. De



optimumtemperatuur voor wortelvorming ligt volgens hem enkele graden lager dan voor spruitvorming. Tanaka et al. (1985, geciteerd door Gubb & MacTavish, (2002)) maakte hierbij onderscheid tussen uitwendige en inwendige wortelvorming. De uitwendige wortelvorming kent volgens hen weinig rust. De inwendige wortelvorming wel. Onder natte omstandigheden wordt de uitwendige wortelgroei reeds binnen enkele dagen geïnitieerd, zelfs in het begin van de bewaring. De inwendige wortelgroei kent een vergelijkbare rust als de rust van de spruit. De optimale temperatuur voor wortelgroei ligt wat lager dan voor spruitgroei.

Miedema (1994) vergeleek bij 9 rassen de spruitvorming in droge bewaring met de spruitvorming en de wortelvorming op vochtige vermiculiet. De correlatie tussen spruitvorming in de droge bewaring en de spruitvorming in vochtige vermiculiet was laag ( $r = 0,42$ ). De correlatie tussen wortelvorming en spruitvorming in vochtige vermiculiet bedroeg 0,70. Miedema gaat er van uit dat er additionele factoren en processen zijn die wel de spruitvorming beïnvloeden, maar niet de wortelvorming. Uit dit onderzoek concludeerde Miedema ook dat de snelheid van spruitvorming of wortelvorming in vochtige vermiculiet niet gebruikt kan worden om er de snelheid van spruitvorming in de droge bewaring uit af te leiden.

Er zijn onderzoekers die de spruitrust relateren aan het koolhydraten metabolisme in de bol. Komochi (1990) citeert Kato die er van uitgaat dat de suikers die geaccumuleerd worden in het centrum van de bol een verhoging van de osmotische druk geven, waardoor de spruit- en wortelvorming wordt belemmerd. Daarnaast vermeldt hij dat Allylsulfide de spruitrust zou kunnen verlengen. Komochi noemt ook onderzoek waarin een correlatie gevonden werd tussen de refractometerindex en de snelheid van spruitvorming bij 60 rassen. De correlatie bleek  $-0,64$  te bedragen. Hoewel de correlatie niet erg hoog is, wijst dit onderzoek toch op enige relatie met het koolhydratenmetabolisme. Andere onderzoekers (Rutherford en Whittle, geciteerd door Komochi, 1990) vonden een goed verband tussen fructosegehalte bij de oogst en de lengte van de spruitrust. Daarnaast vonden zij ook een goed verband tussen alkaline invertase in de uien in februari en de lengte van de spruitrust. Genoemde onderzoekers stelden voor om beide kenmerken te gebruiken bij het voorspellen van de bewaarbaarheid van uien.

Ongeveer 80% van de drogestof in uien zijn niet-structurele koolhydraten. De belangrijkste zijn glucose, fructose, sucrose en fructanen met een laag molecuulgewicht (fructo-oligosaccharides (FOS)). Er zit geen zetmeel en raffinose in (Benkeblia et al. 2002). De belangrijkste biochemische veranderingen tijdens de bewaring zijn de kwantitatieve veranderingen in de koolhydraten-samenstelling. Deze veranderingen hebben een grote invloed op de bewaarbaarheid van uien (Horbowicz & Grzegorzewska, 2000).

Fructo-oligosaccharides (FOS) zijn de belangrijkste reservekoolhydraten in uien (Hendry, 1993). Deze koolhydraten worden opgeslagen tijdens de bolvorming en worden gebruikt bij de hergroei en de spruitvorming. Benkeblia et al. (2004) onderzocht de veranderingen in de gehalten van sacchariden en FOS bij 10 en bij 20 °C gedurende 24 weken bewaring. Zij gaan er van uit dat de afname van sucrose en FOS samenhangt met de spruitvorming. Ze komen tot de conclusie dat er nog veel onduidelijk is over het metabolisme van sucrose en FOS. Sucrose, trisaccharides en FOS lijken een sleutelrol te vervullen bij de doorbreking van de spruitrust. De veranderingen in koolhydraatsamenstelling zou de osmotische potentiaal zodanig wijzigen dat hierdoor de spruitvorming op gang kan komen (Benkeblia et al., 2005)

Sorensen and Grevsen (2002) nemen aan dat er naast groeihormonen nog andere plantbestanddelen zijn die de spruitrust bepalen. Zij verwijzen daarvoor naar Matsubara and Kimura (1991) Pack et al., (1995) en Carter et al., (1999).

## 2.4 Invloed van bewaartemperatuur

De snelheid waarmee de spruitrust afgebroken wordt, is vooral afhankelijk van het ras en van de bewaartemperatuur. Komochi (1990) citeert onderzoek waaruit bleek dat bij bewaring bij 20 °C de bladstrekking en bladinitiatie na 40 à 50 dagen hervat wordt. Het tijdstip waarop dit gebeurt is afhankelijk van het ras. Daarna duurde het echter nog 1 à 2 maanden voordat de spruitvorming uitwendig zichtbaar werd. Het uitwendig zichtbaar worden van de spruitvorming lijkt meer samen te hangen met rasverschillen in spruitstrekking dan met rasverschillen in moment van initiatie van de spruitgroei. Het zou kunnen zijn dat de snelheid van spruitstrekking door andere genetische factoren aangestuurd wordt dan het initiëren van de spruitgroei. De optimale temperatuur waarbij de spruitrust opgeheven wordt, kan van ras tot ras variëren van 10 tot 25 °C. De kiemrust wordt het langzaamst afgebroken bij 0 °C en bij 30 °C.

Medema (1994) onderzocht in 1987 in Nederland 10 rassen. Bij twee rassen stelde hij voor de spruitvorming een optimale temperatuur vast van 10 °C (Hyton en Robusta), terwijl bij een ander ras een optimum gevonden werd van 25 °C (Augusta). Daarnaast vond hij ook binnen een ras een enorme variatie van bol tot bol. Dit ondanks het feit dat het onderzoek werd uitgevoerd aan bollen met een normale afmeting. Het is namelijk bekend dat grote uien sneller spruitvorming geven dan kleine uien. De grote variatie tussen bollen was ook aanwezig bij hybride rassen, waarin de genetische variatie klein is. Zo liet het hybride ras Hyton bij droge bewaring bij 10 °C een grote variatie zien in moment van zichtbare spruitvorming: de eerste bollen lieten reeds 12 weken na de oogst spruitvorming zien, terwijl de laatste bollen dit pas 30 weken na de oogst deden. De oorzaak van deze variatie tussen bollen is volgens Medema onbekend. Uit deze grote variatie tussen bollen is ook af te leiden dat er grote monsters genomen moeten worden om genetische verschillen in spruitvorming vast te kunnen stellen.

Grevsen en Sorensen (2004) vonden erg grote verschillen in spruitvorming ten gevolge van bewaartemperatuurverschillen bij het ras Hyton. Na bewaring tot mei werden shelf-life testen uitgevoerd bij 15 °C. In 1999 was het percentage spruitvorming na bewaring bij 1 °C 25% tegen 80 % na bewaring bij 5 °C. In 2000 was dit vrijwel 0% na bewaring bij 1 °C tegen 40% na bewaring bij 5 °C.

In de praktijk wordt vaak met buitenlucht gekoeld, zodat de bewaartemperatuur niet constant is. Over het effect van wisselende temperaturen tijdens de bewaring bestaan in de literatuur tegenstrijdige ervaringen. Er is onderzoek bekend waaruit bleek dat de spruitvorming na een wisseling van 5 naar 25 °C een snellere spruitvorming gaf dan continue bewaring bij 25 °C (Komochi, 1990). In de praktijk heeft men de ervaring dat wisselende temperaturen nadelig zijn voor de spruitrust.

Medema (1994) vond in bewaarproeven die in 1987 in Nederland zijn uitgevoerd dat het moment van 50% spruitvorming bij koeling met buitenlucht in dat jaar qua tijdstip en rasvolgorde het beste overeenkwam met dat van bewaring bij een constante temperatuur van 10 °C. De rasvolgorde bij bewaring bij 20 °C kwam niet goed overeen met die bij praktijkbewaring, terwijl dit bij bewaring bij 5, 10 en 15 °C wel het geval was.

Medema (1994) stelde vast dat de hoogte van de droogtemperatuur kort na de oogst ook een effect heeft op de spruitvorming. Naarmate de temperatuur hoger was, kwam de spruitvorming vroeger op gang: aantal dagen tot 50% spruitvorming na drogen gedurende 3 weken bij 15 °C: 294 dagen, na drogen bij 25 °C: 273 dagen, na drogen bij 30 °C: 239 dagen en na drogen bij 35 °C: 201 dagen (na het drogen werden de uien bewaard bij 15 °C). Ook is het mogelijk dat hoge temperaturen aan het eind van het groeiseizoen een negatief effect heeft. Gubb en MacTavish (2002) halen onderzoek aan van Wheeler et al. (1998) die vond dat de snelheid van spruitvorming toenam wanneer de veldtemperatuur voorafgaand aan de oogst hoger was.

## 2.5 Invloed van de relatieve luchtvochtigheid

Het handhaven van de juiste luchtvochtigheid tijdens de bewaring is belangrijk om drie redenen (Gubb and MacTavish, 2002):

- het tegengaan van de ontwikkeling van ziekten. Indien de relatieve luchtvochtigheid boven 80% komt, worden de huiden van de ui aangetast
- Het verhinderen van wortelvorming. Bij hoge luchtvochtigheid of in situaties dat er vrij water bij de uien kan komen, treedt er wortelvorming op die vervolgens ook zorgt voor breking van de spruitrust. De wortelvorming geeft ook vormveranderingen van de bolbasis, waardoor de huiden gaan breken.
- Het behouden van voldoende huiden op de ui. Indien de luchtvochtigheid tijdens de bewaring te laag is, leidt dit tot minder elastische huiden, die snel breken. Hole et al (2000, geciteerd door Gubb and MacTavish (2002)) vonden dat de huiden van de ui zeer elastisch waren indien ze bewaard waren bij 95% RH. Brice et al (1994, geciteerd door Gubb and MacTavish, 2002) houden 75% RH aan als optimale luchtvochtigheid om de huiden van de ui in goede conditie te houden.

De ideale relatieve luchtvochtigheid is volgens Mondal and Pramatik (1992, geciteerd door Gubb and MacTavish (2002)) 65 à 70 %.

## 2.6 Invloed van bemesting

In veel onderzoek is gevonden dat veel stikstof leidt tot een slechtere bewaarbaarheid. (Gubb en MacTavish (2002) citeren dit van Batal et al, 1984, Wright, 1993; El-Gizawy et al, 1993, Singh and Dhankar, 1991; Kato et al., 1987). Er zijn echter ook onderzoekingen waaruit het tegendeel bleek. Vaak gaat het dan ook om omstandigheden en rassen die afwijken van wat gebruikelijk is in Nederland. Met name Singh and Dhankar (1991) en ook Pandey and Pandey (1994) vonden bij bewaarperiodes van 4-5 maanden significante toenames van de bewaarverliezen wanneer de stikstofbemesting werd verhoogd van 50 tot 150 kg/ha. Opgemerkt moet worden dat een verhoogde stikstofbemesting niet alleen een effect heeft op de spruitvorming, maar ook op andere factoren die belangrijk zijn voor de bewaarverliezen, bijvoorbeeld ziekteaancontaminatie.

Uit recent onderzoek dat PPO in 3 jaren heeft uitgevoerd, blijkt dat het percentage inwendige uitloop (bepaling in maart) het laagste was bij 50 kg N/ha, nl. 30% (Van den Broek en Verluis, 2006). Indien de bemesting verhoogd werd naar 150 kg/ha, bedroeg het percentage inwendige uitloop 44%, terwijl dit bij een nog hogere bemesting van 250 kg/ha 49 % was. De grootste toename lag in alle drie de jaren bij een verhoging van de bemesting van 50 naar 150 kg/ha. De toename was duidelijk geringer indien de bemesting verhoogd werd van 150 naar 250 kg/ha: in twee van de 3 jaren ca 8%, terwijl in 1 jaar er geen sprake was van een toename. Gemiddeld over 3 jaren werd de hoogste opbrengst verkregen bij 150 kg N/ha. De opbrengst bij 250 kg/ha was 3% lager; bij 50 kg/ha 6,5% lager.

Ook de hardheid van de ui en het percentage drogestof namen af bij een verhoging van de stikstofbemesting.

Sorensen and Grevsen (2002) in Denemarken vonden bij een verlaging van de stikstofbemesting van 145 kg/ha naar 45 kg een verlaging van de opbrengst met 8%. In voorgaande jaren was dit effect groter. Bij 45 kg/ha bereikte het gewas in vergelijking met 145 kg/ha 7 dagen later het stadium van 80% gestreken loof. Verhoging van de bemesting van 150 kg/ha naar 245 kg/ha gaf geen hogere opbrengst en ook geen verlating van het moment van 80% gestreken loof. Wel was er dan sprake van een lichte afname van de spruitrust. Een bemesting van 45 kg/ha gaf in vergelijking met 145 kg/ha een verhoogde spruitrust. De spruitvorming kon niet gerelateerd worden aan het N-gehalte in de uien.

Gubb en MacTavish (2002) vermelden ook onderzoeksgegevens van Hendriksen (1984) en Suojala et al, (1998), waaruit blijkt dat de spruitvorming minder snel op gang komt bij lagere stikstofgiften.

Het tijdstip van stikstof geven zou ook belangrijk kunnen zijn. Gubb en MacTavish (2002) citeren Wright (1993) die in Nieuw-Zeeland vond dat een late stikstofgift een toename van bacterierot tot gevolg had. Batal et al. (1994) worden door Gubb MacTavish (2002) genoemd als degene die een afname vond van rot bij gedeelde giften. Daarnaast vonden deze onderzoekers dat de rot minder was bij het gebruik van ammoniumnitraat in vergelijking met sodiumnitraat. Over het effect van gedeelde stikstofgiften op de spruitrust zijn geen literatuurgegevens gevonden.

Over het effect van bemesting met andere mineralen is minder bekend dan bij stikstof. Gubb en MacTavish (2002) citeren onderzoek van Singh et al. (1998) in India, waarin gevonden werd dat een verhoging van de fosfaatbemesting van 25 naar 100 kg/ha leidde tot een verbetering van de spruitrust. Dit effect zal echter sterk afhangen van de fosfaattoestand van de

grond.

Gubb en MacTavish (2002) halen onderzoek aan van Rossier et al (1994) in Zwitserland die meer bewaarziekten vonden bij uien die afkomstig waren van percelen waar meer dan 1.3 mg oplosbare  $P_2O_5$  per 100 gram grond aanwezig was. Ook vonden ze dat ammonium-stikstof meer bewaarziekten gaf dan nitraat-stikstof. Ook Batal et al. (1994) vonden dit laatste (Gubb en MacTavish, 2002). Rossier et al. (1994, geciteerd door Gubb en MacTavish (2002)) vonden ook dat de bewaarbaarheid negatief gecorreleerd was met het CaO-gehalte van het celsap.

Van den Broek en Versluis (2006) vonden geen effect van zwavelbemesting op de spruitrust.

Gubb en MacTavish (2002) citeren Singh and Tiwari (1992) die in India vonden dat boriumbehandelingen de spruitrust bevorderden.

Gubb en MacTavish (2002) vinden het in navolging van Rossier et al. (1994) interessant om nader onderzoek te doen aan de relatie tussen mineralengehalte en de bewaarbaarheid.

## 2.7 Invloed van vochtvoorziening

Droogtestress tijdens het groeiseizoen versnelt de afrijping en leidt tot een hoger drogestofgehalte van de uien bij de oogst. Sorensen and Grevsen (2002) in Denemarken vonden in 1998 dat droogtestress voorafgaand aan de oogst leidde tot een diepere spruitrust. In 1997 werd dit niet vastgesteld. Uit vervolgonderzoek bleek dat het drogestofgehalte van uien geen goede maatstaf was voor de spruitrust. Rasverschillen in spruitrust konden niet gerelateerd worden aan rasverschillen in drogestofgehalte (Grevsen and Sorensen, 2004).

## 2.8 Invloed van oogsttijdstip

Het oogsttijdstip heeft invloed op de bewaarbaarheid van uien. In Nederland wordt meestal niet eerder geoogst dan dat 50-80% van het blad afgestorven is. Soms wordt in de praktijk echter ook later geoogst. In Denemarken is het gebruikelijk om met MH behandelde uien te oogsten op moment dat 80% van het loof gestreken is. Naast het criterium van % afgestorven blad, wordt ook gekeken of de bol een afgerijpte indruk geeft. Gubb and MacTavish (2002) gaan er van uit dat de hoogste opbrengst wordt bereikt op het moment dat alle bladeren volledig dood zijn. Volgens hen wordt in de meeste landen in de gematigde gebieden vroeger geoogst (bij 50 – 90% gestreken loof) om een betere bewaarbaarheid te krijgen. Zij citeren Böttcher (1999) die zegt dat een late oogst (bij 90% gestreken loof of later) leidt tot meer spruitvorming, wortelvorming, bewaarrot, gewichtsverlies tijdens de bewaring en meer watervellen. Ook Smittle en Maw (1988) worden geciteerd die eveneens een afname van de bewaarbaarheid vonden bij laat oogsten. Böttcher (1999) geeft aan dat zowel in Europa als in de USA het optimale oogsttijdstip voor uien die bewaard moeten worden en behandeld zijn met MH ligt bij 80-90% gestreken loof.

Ook te vroeg geoogste uien (als ze zich nog aan het ontwikkelen zijn) hebben onvoldoende spruitrust en zijn ongeschikt voor bewaring. (Gubb and MacTavish (2002) citeren hiervoor Isenberg et al., (1987)). Te vroeg geoogste uien hebben een te laag niveau aan groeiremmende hormonen en een te hoog vochtgehalte in het blad en in de nek. Ziekten kunnen zich bij dit te hoge vochtgehalte te snel ontwikkelen. Ook de nekken zijn te dik.

Grevsen and Sorensen (2004) vonden dat vroeger oogsten leidde tot een latere spruitvorming: oogsten bij 20-50% gestreken loof vertraagde de spruitvorming in vergelijking met oogsten bij 80% met 7 – 10 dagen. Dit ging echter gepaard met een opbrengstreductie van 15%. De vroeg geoogste uien hadden een hoger drogestofgehalte. Na bewaring tot begin mei bedroeg het percentage spruitvorming in een 3 weken shelf-life-toets 14% bij oogsten op moment van 20 a 50% gestreken loof tegen 20% bij oogsten op moment van 80%. In vergelijking met het effect van toediening van MH waren deze verschillen gering.

Het effect van oogsttijdstip op de spruitrust kan wisselend zijn. Van den Broek en Versluis (2006) vonden bij vroege oogst in 2 van de 3 jaren een hoger percentage inwendige uitloop na bewaring dan bij late oogst (14 dagen verschil in oogsttijdstip). In het derde jaar was er geen verschil. In de proeven was geen MH toegediend.

## 2.9 Invloed van beschadiging

Beschadiging van de uien stimuleert de spruitvorming. Bij het rooien, laden en vullen van de bewaarboxen is het beperken van de valhoogte erg belangrijk om beschadiging te voorkomen. Gubb and MacTavish (2002) citeren verschillende onderzoekers die hierop wijzen. Volgens Herold et al. (1998) is het beperken van het aantal en de intensiteit van de mechanische invloeden op de ui één van de belangrijkste factoren voor een goede bewaarbaarheid van uien. Ook Oberbarnscheidt et al. (1997) en Geyer et al. (1994) hechten veel belang aan het beperken van de beschadigingen. Beschadigingen vormen ook ingangen voor pathogenen. Bovendien wordt de ademhaling verhoogd. Yoo and Pike (1995) vonden dat de ademhaling kan lopen tot 250% in vergelijking met onbeschadigde uien (geciteerd door Gubb and MacTavish (2002)). Dit leidt ook tot een verlaagd drogestofgehalte. Füstös (1997, eveneens geciteerd door Gubb and MacTavish (2002)) constateerde dat een beschadigde basale plaat en missende rokken gepaard gaan met een snellere afbraak van de spruitrust.

Tollner and Sharin (2000) ontwikkelden methoden om de interne ui-kwaliteit te beoordelen met behulp van X-stralen.

Komochi (1990) vermeldt onderzoek waaruit bleek dat het doorsnijden van uien leidt tot een snellere spruitvorming. Ook het verwijderen van de buitenste rokken had hetzelfde effect. Dit effect wordt toegeschreven aan het meer beschikbaar zijn van zuurstof bij de groeipunten. Ook het sneller spruiten van diknekken werd hieraan toegeschreven. Bij diknekken zitten de rokken minder dicht tegen elkaar. In de praktijk wordt ook gesproken van mechanische kiemrust die gebaseerd is op de hardheid van de ui en op het smal zijn van de halsen.

## 2.10 Effect van MH-behandeling

Sinds de vijftiger jaren wordt MH (maleine hydrazide) toegepast op uien om de natuurlijke spruitrust te verlengen. MH werkt als een remmer van de mitose in de meristemen en op die manier wordt dus ook de spruitvorming geremd (Masters et al., 1984). MH remt ook de respiratie (Salama & Hicks, 1987). Ook de kwaliteit van uien die behandeld zijn met MH is beter, omdat de MH een verlaagde respiratie geeft waardoor de uien minder krimpen (Adamicky, 2005). MH heeft geen directe invloed op het optreden ziekten. Met een goed geslaagde MH-behandeling kan de spruitvorming van uien aanzienlijk vertraagd worden. Zelfs rassen met een slechte natuurlijke spruitrust zijn na een geslaagde MH-behandeling goed te bewaren.

Isenberg et al. (1974) analyseerden het mechanisme van de remming met MH. Ze vonden dat MH er voor zorgde dat de celdeling niet op gang kwam. Bij de behandelde uien werden de cellen in de meristemen 4–5 keer zo groot. Daarna werden de meeste apicale weefsels necrotisch. Komochi (1990) citeert ook onderzoek waaruit bleek dat er na toediening van MH interne necrose op kan treden. Deze necrose werd toegeschreven aan een verstoring van de ademhaling. De activiteit van gibbelines, auxines en cytokinins werd verminderd door MH. MH had geen effect op de activiteit van de groeiremmende hormonen. In de praktijk treedt bij een normale dosering van MH geen of nauwelijks interne necrose ten gevolge MH op. Schade hierdoor wordt niet ondervonden.

Over het optimale toedieningstijdstip en dosering zijn de literatuurgegevens niet éénvoudig.

Komochi (1990) citeert Wittwer en Patterson die stelden dat MH toegediend moet worden op planten met bijna uitgegroeide bollen, terwijl het blad nog groen is. Bij een te vroege toediening ontstaan voze uien (uien waarbij tussen de bolrokken holtes voorkomen). Deze uien zijn niet goed verkoopbaar. Wittwer en Patterson vonden 9,5 tot 62 % voze uien wanneer MH 7 weken voor de oogst werd toegediend. Volledige remming van de spruitvorming en een goede bolkwaliteit werd in hun onderzoek bereikt bij een toediening van 5,7 kg MH/ha 11 dagen voor de oogst. Echter ook doseringen van 1,1 of 2,3 kg MH/ha die gegeven werden 11 dagen voor de oogst waren reeds voldoende voor een goed effect. Er werden in dit onderzoek 4 rassen gebruikt en deze rassen bleken in dezelfde mate op MH te reageren.

Isenberg (1956, geciteerd door Komochi (1990)) kwam op basis van onderzoek tot het volgende advies: 2,3 kg MH/ha als het loof niet meer dan 50% gestreken was en 3,4 kg MH/ha als het loof meer dan 50% gestreken was.

Whitwell et al. (1973) citeren onderzoek van Kepkova (1966) die het beste resultaat met MH bereikten indien het toegepast werd op het moment dat 40-60% van het loof gestreken was, er vanuit gaande dat op dat moment niet meer dan 5-10% van het loof geel verkleurd of ingedroogd was. De maximale onderdrukking van het spruiten werd bereikt bij 3,6 kg MH/ha. Bij grote uien was MH effectiever dan bij de vroeger afrijpende kleinere uien. Dhési et al. (1966, geciteerd door Whitley et al. (1973)) vonden dat 1,4 kg MH/ha voldoende was en dat het niet uitmaakte of de MH 3, 2 of 1 week voor de oogst gegeven werd.

Whitwell et al (1973) deden in twee jaren (1970 en 1971) in Engeland proeven met Rijnsburger en Constanta waarin op drie verschillende tijdstippen (15% gestreken loof, 60% gestreken loof en 1 week na moment van 60% gestreken loof) MH werd gespoten, waarna de uien 9 – 10 maanden werden bewaard. Er werd geoogst 7 – 14 dagen na het laatste spuitmoment. Tussen beide jaren was er een groot verschil in het optimale moment van MH-toediening. In 1970 bleek het laatste toedieningstijdstip (bij 92% gestreken loof) de grootste spruitremming te geven. In 1971 daarentegen bleek juist het vroegste bespuitingstijdstip (35% gestreken loof) het meest effectief te zijn. Naast de spruitvorming werd ook het MH-gehalte in de centrale spruiten in de bol bepaald. Er bleek een goed verband te zijn tussen de spruitvorming en het MH-gehalte van de centrale spruiten. Dit verband was aanzienlijk beter dan wanneer het MH-gehalte van de gehele ui genomen werd. De verschillen tussen de jaren in weersomstandigheden konden de opname verschillen in MH slechts ten dele verklaren. Het leek er op dat koel bewolkt weer na het moment van toepassen gunstig is voor het transport van MH naar de bolstoel, maar hiermee konden niet alle verschillen in MH-concentratie in de groeipunten verklaard worden. De onderzoekers concludeerden dat het erg moeilijk is om het MH-gehalte in de centrale spruiten te voorspellen. Ze vonden dat een minimale concentratie van 20 ppm in de centrale spruiten noodzakelijk was om een goede spruitrust te verkrijgen.

Er is een bovengrens aan de dosering van MH die gegeven kan worden. Dit in verband met de residuolerantie. Herhaling van de behandeling en overlap van spuitbanen wordt daarom afgeraden. Bij een maximaal toegestane residuhoeveelheid van 15 ppm in de hele bol gaan Whitwell et al. er van uit dat 2,3 á 3,5 kg MH/ha gegeven kan worden. Ook de werking van de spuitapparatuur speelt hierbij echter een belangrijke rol (druppelgrootte, druk, watervolume, toevoegmiddelen).

In Polen wordt geadviseerd om MH toe te passen als 50-60% van het loof gestreken is. (Kepka et al., 1989, geciteerd door Gubb & MacTavish, 2002).

Bij de bovengenoemde informatie uit de literatuur over dosering en toedieningstijdstip is het goed om op te merken dat deze niet allemaal naar de Nederlandse omstandigheden kunnen worden vertaald. Soms kunnen namelijk de groei-omstandigheden aanmerkelijk afwijken.

In Nederland wordt in het algemeen MH gespoten in de periode eind juli, begin augustus. Dit komt overeen met ca. 4 à 5 weken voor de oogst. Voor de vaststelling van het moment van MH toediening wordt meestal het moment van begin strijken van het loof aangehouden (Van den Broek, 2003). Door de leveranciers van MH wordt geadviseerd om MH te spuiten vlak voor het strijken van het loof of uiterlijk op het moment dat de eerste verschijnselen van strijken zichtbaar worden. Omdat het strijken van het loof ook afhankelijk is van de weersomstandigheden wordt geadviseerd om vanaf half juli regelmatig door het gewas te lopen en zachtjes tegen de uienstengels te duwen. Als de stengels knikken en niet meer terugveren is het juiste moment bereikt. Richten ze zich op of breken ze af, dan is het nog te vroeg. Bejo Groot en Slot ([www.uienzaad.nl](http://www.uienzaad.nl)) adviseert om MH te spuiten op het moment dat de boldikte 3 keer de schacht dikte is. Niet bekend is of dit criterium, bijvoorbeeld afhankelijk van het ras, leidt tot een ander toedieningstijdstip dan bij het criterium van begin strijken van het loof. Voor beide criteria is het van belang dat het gewas een regelmatige stand heeft. In onregelmatige gewassen is het moeilijk om het juiste spuitmoment te bepalen.

In het algemeen wordt gesteld dat te laat spuiten van MH nadeliger is dan iets te vroeg spuiten. Bij te laat spuiten wordt het middel niet of onvoldoende geabsorbeerd en getransporteerd van het blad naar de bolstoel. In een gestreken gewas is de opname lager. Bij te vroeg spuiten kunnen voze uien ontstaan, maar de ervaringen ten aanzien van de vraag hoe snel dit gebeurt variëren: sommige mensen in de praktijk vinden dit een groot risico, terwijl anderen vinden dat dit risico niet groot is.

Voorwaarden voor een goede werking van MH zijn, dat het blad nog voldoende groen en gezond is, zodat het blad MH voldoende kan opnemen en dat de sapstroom door het floem voldoende groot is om de MH naar de bolstoel te transporteren. Vaak wordt aangehouden dat er ca. 14 dagen nodig zijn voordat MH in voldoende mate aanwezig is in de bolstoel. Aantastingen door meeldauw, bladvlekkenziekte, stemphylium en trips verminderen de opname en de transportcapaciteit van MH. Door de leveranciers van MH wordt geadviseerd om MH niet toe te passen wanneer het gewas geheel is aangetast door bladziekten, als het gewas in stress is of als het gewas al gestreken is.

De dosering die in Nederland gebruikt wordt is 3,75 kg Royal MH of Allirem. Beide middelen bevatten 61% maleine hydrazide. Per ha wordt in Nederland dus 2,3 kg MH gespoten. De dosering wordt meestal niet aangepast aan het ras of aan de hoeveelheid loof of de stijfheid of de gezondheidstoestand van het loof.

Aan beide middelen moet een uitvloeier toegevoegd worden. Geadviseerd wordt om met tenminste 500 liter water te spuiten met een fijne druppel. Sommige telers kiezen er voor om de MH in twee werkgangen toe te dienen, waarbij heen en terug gereden wordt om op die manier een betere bladbedekking te krijgen. De ervaringen hiermee zijn wisselend. DLV adviseerde in 2006 om 0.4 -0.6 liter Designer /ha toe te voegen. Designer is een combinatieproduct van een zeer sterke

uitvloeier met een hechter. Designer zou watervaster zijn dan de klassieke uitvloeiers.

Er zijn door de Snuij in verschillende jaren proeven gedaan met doseringen van MH. Hoekstra en Hoek (1994) kwamen op basis van dit onderzoek tot de conclusie dat de kritieke grens voor een goede werking van MH ligt tussen 1125 en 1350 gram actieve stof per ha.

De Snuij vond dat op percelen waarop MH vrij kort voor de oogst was gegeven (korter dan 3 weken) aanzienlijk meer spruitvorming optrad dan op percelen waarop een vroeger tijdstip MH was gespoten (Hooghiemstra, 1983).

Na het spuiten moet het de leveranciers minimaal 10 uur droog blijven, zodat het middel niet kan afspoelen van het blad. Geadviseerd wordt om de bespuiting bij groeizaam weer uit te voeren. Erg warm weer (boven de 30 °C) en erg koud, schraal en nat weer beperken de opname. Bij warme weersomstandigheden wordt aangeraden om de bespuiting 's avonds of 's morgens vroeg uit te voeren. Bij voorkeur moet de temperatuur in het gewas onder de 20 °C liggen. Er is een relatie met het open zijn van de huidmondjes. Op een zonnige dag zijn de huidmondjes alleen 's morgens vroeg open en dat is dan volgens sommigen het juiste tijdstip om te spuiten. In de praktijk geven anderen er de voorkeur aan om 's avonds na 10.00 uur te spuiten, omdat dan de temperatuur in het gewas langer laag blijft en er geen risico is dat er MH verloren gaat door dauwvorming. Bij bewolking kan de gehele dag worden gespoten.

Over eventuele interacties tussen rassen en MH-toepassing zijn geen literatuurgegevens gevonden.

## 2.11 Effect van andere spruitremmers

Er zijn verschillende andere spruitremmers onderzocht, zoals ethephon en carbamaat isopropyl N-phenyl (CIP) (Benkebia, 2004; Adamicki, 2005). Ethephon heeft geen effect op de ademhaling van de uien en ook de spruitremmende werking was geringer dan van MH. Dit laatste geldt ook voor CIP. Adamicki (2005) heeft ook het effect van Carvon R, Carvon S en Caraway op de spruitrust onderzocht. Deze middelen hadden wel een effect, maar het effect was gering in vergelijking met dat van MH: na 6 maanden bewaring 50- 60% spruitvorming tegen 62% bij de onbehandelde objecten.

In Engeland wordt soms ethyleen toegepast tijdens de bewaring. Ethyleen heeft volgens het bedrijf Restrain een remmend effect op de spruitvorming ([www.restrain.eu.com](http://www.restrain.eu.com)).

Gubb en MacTavish (2002) vermelden onderzoek van Miedema en Kamminga (1994) waaruit bleek dat ethephon de spruitvorming lichtelijk stimuleerde.





## 3 Het optreden van kale uien

Kale uien zijn uien die geen droge huiden of slechts alleen gescheurde droge huiden hebben. Het streven is dat er 2 à 3 intacte droge huiden om de ui zitten. De huiden zijn droog en beperken het vochtverlies.

Huidvastheid is één van de belangrijkste kwaliteitscriteria. Komochi (1990) citeert Apeland (1971) die vaststelde dat het verlies van de huiden leidde tot een verdubbeling van het gewichtsverlies en eveneens tot een snellere spruitvorming. Om kale uien te voorkomen zijn zowel de behandelingen in het veld als in de bewaring van belang. Er zijn duidelijk rasverschillen in het optreden van kale uien, maar hierop wordt in deze literatuurstudie niet verder ingegaan.

### 3.1 Invloed van oogsttijdstip

Gubb and MacVish (2002) stellen dat men in de gematigde gebieden bereid is om opbrengst op te offeren om een adequaat aantal attractieve intacte huiden te krijgen die ook goed blijven tot aan het moment van verkoop. Zij gaan er van uit dat de maximale opbrengst bereikt wordt als met de oogst gewacht wordt tot het moment dat het blad volledig droog/afgestorven is. Er wordt volgens hen meestal geoogst op het moment dat 50-90% van het loof gestreken is.

Wright en Grant (1997, 1998, geciteerd door Gubb and MacTavish, 2002) vonden in Nieuw-Zeeland dat na oogsten op het moment van 10% gestreken loof er meer huiden op de uien aanwezig waren dan bij oogst op het moment dat 70% van het loof gestreken was. Echter de oogst bij 10% gestreken loof gaf wel duidelijk meer bacterierot (*Pseudomonas*). Oogsten op het moment van 90% gestreken loof gaf de slechtste skin retentie-waarde. In proeven waarbij de uien na het oogsten gedurende langere tijd op het veld bleven liggen bleken natte weersomstandigheden een grote negatieve invloed te hebben op de kwaliteit van de huiden.

Van den Broek en Versluis (2006) vonden in Nederland dat het vroeger oogsten van de uien minder kale uien opleverde.

Solberg en Dragland (1998, geciteerd door Gubb & MacTavish, 2002) vonden dat een late oogst en een lange veldperiode aanleiding gaf tot watervellen.

Steenge et al. (1992) vonden dat een langere veldperiode in Nederland een negatieve invloed kan hebben op het percentage kale uien. In één van de proeven nam het % toe van 3,6 bij geen veldperiode tot 5% bij een veldperiode van 4 dagen. Dit effect hangt sterk van de weersomstandigheden. Mooi drogend weer leidt niet tot problemen maar vochtige omstandigheden leiden vaak wel tot problemen.

### 3.2 Invloed van bemesting

Van den Broek en Versluis (2006) vonden op basis van drie onderzoeksjaren dat bij een hogere stikstofbemesting het percentage kale uien in Nederland aantoonbaar toenam van 0,2% bij 50 kg N/ha tot 1,5% bij 250 kg N/ha. Er was geen invloed van de zwavelbemesting op het percentage kale uien.

De Snuif (1983) meldt dat percelen die met drijfmest bemest waren een iets hoger percentage kale uien gaven.

### 3.3 Invloed van de bewaaromstandigheden

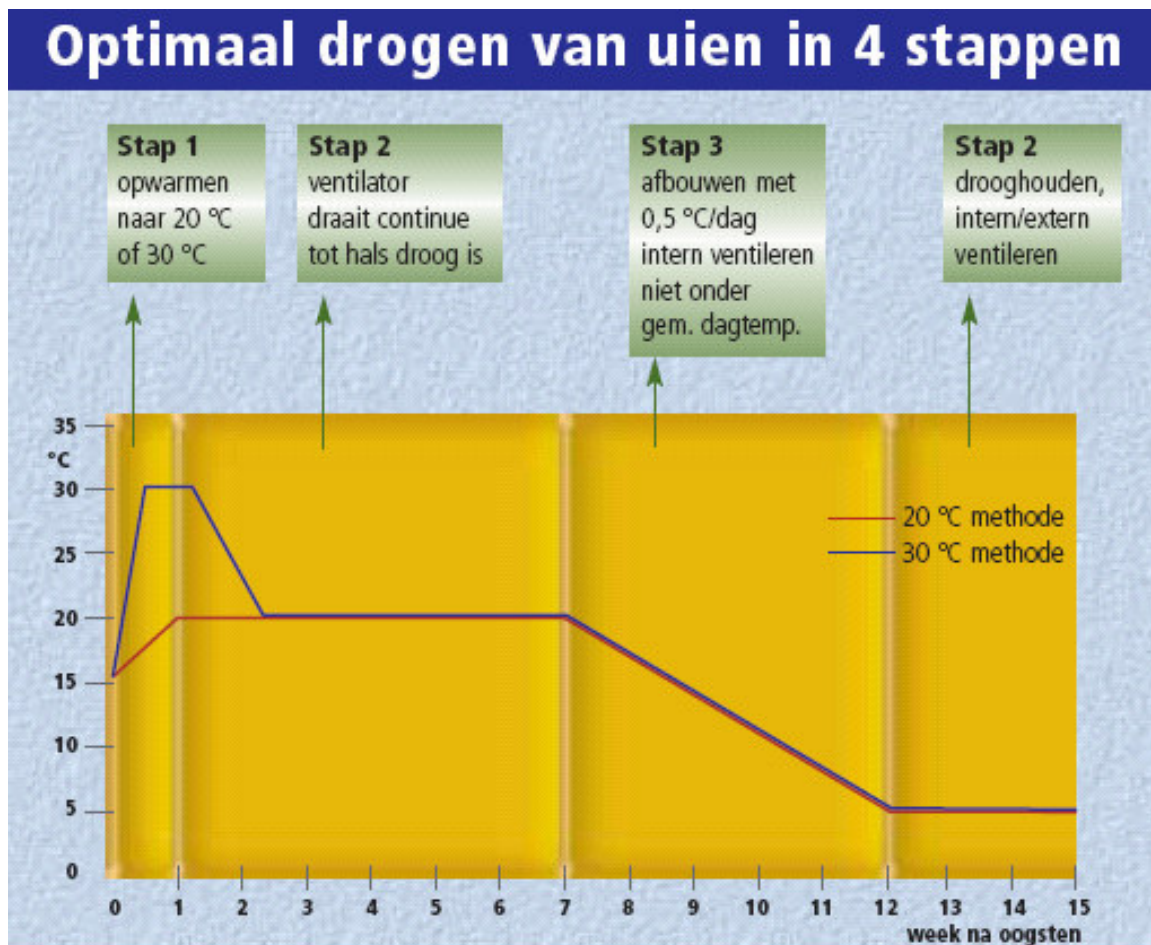
Gubb en MacTavish (2002) refereren aan onderzoek van Tanaka et al. (1985) die vonden dat huidbeschadigingen bij bulkbewaring meer optrad dan bij kistenbewaring. Deze onderzoekers hebben ook metingen verricht aan de sterkte van de huiden. In Japan zijn de biochemische omzettingen in de huiden onderzocht die plaats vinden tijdens het drogen (Takahama & Hirota (2000) en Hirota et al. (1999), geciteerd door Gubb & MacTavish (2002)). Hieruit bleek dat de flavonoiden geoxideerd werden en dat er schimmelwerende verbindingen ontstonden.

Gubb & MacTavish (2002) wijzen op het belang van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de bewaring voor de kwaliteit van de huiden. Het vochtgehalte van de huiden is afhankelijk van de luchtvochtigheid. Indien de luchtvochtigheid boven 80% komt, kunnen de huiden aangetast worden door ziekten. Bovendien kan er bij hoge luchtvochtigheid wortelvorming en kieming optreden, wat aan de bolbasis vormveranderingen geeft die er toe leiden dat de huiden gaan breken. Anderzijds mag de luchtvochtigheid niet te laag worden, omdat dit leidt tot minder elastische huiden, die snel breken. Sommige onderzoekers adviseren een luchtvochtigheid van 75% (Brice et al., 1994), terwijl anderen uitgaan van 65 a 70% (Mondal & Pramatik, 1992)

Ook de temperatuur tijdens het drogen is een belangrijke factor. Naarmate de droogtemperatuur hoger is, neemt de kans op kale uien toe. Geadviseerd wordt om laat geoogste uien, d.w.z. later dan het moment van 50% afgestorven loof, niet te drogen bij 30 °C, maar bij 25 °C (Van den Broek, 2003). Hetzelfde geldt voor percelen met een onregelmatige stand. Ook Groot en Slot ([www.uienteelt.nl](http://www.uienteelt.nl)) wijzen op het gevaar van kale uien als grotendeels afgestorven uien gedroogd worden bij een hogere temperatuur dan 20 °C. Grotendeels afgestorven uien moeten dus gedroogd worden bij 20 °C. In proeven in Nederland waarbij het zgn. Engelse systeem vergeleken werd met het Nederlandse systeem, bleek het percentage kaal in het Engelse systeem duidelijk hoger dan in het Nederlandse systeem (7% tegen 2,6%). Een duidelijke verklaring kon hiervoor niet gegeven worden. Eén van de verschillen tussen de systemen was dat in het Engelse systeem na het drogen het product langer op een hoge temperatuur gehouden werd dan in het Nederlandse systeem en dat met meer lucht geventileerd werd. (Steenge et al., 1992). Ook veel ventilatie-uren geven aanleiding tot meer kale uien. Ook een langere bewaring leidt tot meer kale uien (Hooghiemstra, 1983).

## 4 Bewaring in de praktijk

De meeste bewaaruien worden in Nederland gekoeld met buitenlucht (ca. 85 à 90%). Hierbij is men sterk afhankelijk van de buitentemperatuur en met name in warme winters en voorjaren is het moeilijk om een lage bewaar temperatuur te handhaven. Bij langere bewaring wordt ook mechanische koeling toegepast, zodat in het voorjaar de bewaar temperatuur langer op een laag niveau gehouden kan worden. In de bewaarplaatsen worden de uien eerst gedroogd bij een voldoende hoge temperatuur, vervolgens gekoeld en daarna bewaard bij een lage temperatuur. Het temperatuurverloop wordt aangegeven in figuur 1.



Figuur 1. Temperatuurverloop tijdens het drogen en bewaren van uien. Bron: [www.uienzaad.nl](http://www.uienzaad.nl)

## 4.1 Het drogen

Het drogen kan gedeeltelijk in het zwad plaatsvinden, maar in de meeste gevallen worden uien in de bewaarplaats gedroogd. In het algemeen wordt aangeraden om de uien na de oogst snel in te schuren en goed te drogen. Indien de uien te traag gedroogd worden wordt de ontwikkeling van ziekten te weinig afgeremd. Bij het drogen kan grofweg gekozen worden voor twee methoden:

1. Drogen bij 30 °C gedurende ca. 5 dagen en nadrogen bij 20 °C
2. Drogen bij 20 °C

Drogen bij 30 °C wordt gedaan bij partijen die nog niet ver afgestorven zijn (50-60% afgestorven blad). Ook om koprot te voorkomen is het van belang bij 30 °C te drogen. Een snelle droging is dan belangrijk. Koprot kan vooral de ui ingroeien als de hals te traag droogt en de temperatuur zich tussen 20 en 25 °C bevindt. Om het genoemde temperatuurtraject zo snel mogelijk te doorlopen, wordt geadviseerd om voor voldoende kachelcapaciteit te zorgen. De temperatuur van de ingeblazen lucht moet 2 – 3 °C hoger liggen dan de producttemperatuur. Indien dit meer is dan bestaat het risico dat er condensvorming in de hoop optreedt. Drogen bij 30 °C heeft het voordeel dat het product sneller kan drogen dan bij 20 °C. In de praktijk is er discussie over de vraag of de droging te snel kan gaan. De hals zou te snel dichtschroeien waardoor het vocht in de ui minder goed uit de ui kan trekken. Anderen bestrijden dit door te stellen dat de ui altijd vocht kwijt kan raken, zowel door de hals als door de bolbasis. Meestal wordt een vrij korte periode van ca 5 dagen drogen bij 30 °C aangehouden, waarna de temperatuur weer teruggebracht wordt naar 20 °C. Bij deze temperatuur wordt dan nagedroogd. Een andere mogelijkheid is dat langer gedroogd wordt bij 30 °C totdat de uien droog zijn. Er is discussie over de tijd die nodig is voordat de uien droog zijn. Steenge et al. (1982) vonden in proeven dat de droogtijden bij 30 °C uiteenliepen van 4 tot 7 dagen. Anderen gaan er vanuit dat ook na 5 dagen drogen bij 30 °C het nog nodig is om na te drogen bij 20 °C gedurende een aantal weken. Voorwaarde om te kunnen drogen bij 30 °C zijn dat er voldoende kachelcapaciteit en ventilatiecapaciteit beschikbaar is. Bij onvoldoende kachelcapaciteit duurt het te lang dat de temperatuur zich in het optimale traject voor koprotontwikkeling (20 – 25 °C) bevindt. Bij onvoldoende ventilatiecapaciteit wordt de warmte slecht verdeeld, waardoor er zelfs verbranding kan optreden bij de inblaasopeningen en elders in de hoop het vocht onvoldoende afgevoerd wordt.

Drogen bij 20 °C wordt aanbevolen als de uien op het veld grotendeels zijn afgestorven. Indien ver afgestorven uien gedroogd worden bij een te hoge temperatuur kunnen de uien kaalvallen, d.w.z. de uien verliezen te veel huiden. Ook partijen die afkomstig zijn van percelen met een onregelmatige stand worden bij voorkeur bij 20 °C gedroogd. Op dergelijke percelen wordt het oogsttijdstip bepaald door de laatst afrijpende uien, zodat de vroeg afrijpende uien bij droging bij 30 °C te veel kans lopen op huidenverlies.

Algemeen wordt gesteld dat het erg belangrijk is om over voldoende ventilatiecapaciteit te beschikken. Als minimale ventilatorcapaciteit wordt 150 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> uien aangehouden ([www.uienzaad.nl](http://www.uienzaad.nl); Steenge et al., 1982). Naarmate de ventilatiecapaciteit hoger is gaat het drogen sneller. Naarmate de ventilatiecapaciteit hoger is, neemt de invloed van de droogtemperatuur op de droogsnelheid af. Bij 225 m<sup>3</sup> per uur werd geen verschil gevonden in droogduur tussen 25 °C en 30 °C (Steenge et al., 1982).

Het drogen kan beëindigd worden als de halzen niet meer rollen tussen de vingers en bij het openpellen van de hals geen vocht meer wordt gevoeld ([www.uienzaad.nl](http://www.uienzaad.nl)). De binnenkant van de binnenste buitenrok voelt dan stroef aan.

## 4.2 Het koelen

Na het drogen wordt de temperatuur geleidelijk teruggebracht naar de bewaartemperatuur. In het temperatuurtraject naar 30 °C naar 20 °C wordt aangeraden om dit met 1 °C per etmaal te doen. Dit om zo snel mogelijk door het voor koprot gevaarlijke temperatuurtraject van 20 – 25 °C te komen. Vanaf 20 °C wordt aangeraden om de temperatuur met 0,5 °C per etmaal te laten zakken. Dit kan het beste als volgt gebeuren: overdag met buitenlucht (bevat minste vocht) ventileren met een temperatuur 3 °C onder de producttemperatuur. Daarnaast 's avonds en 's nachts intern ventileren om condensatie te voorkomen (iedere 3 uur een kwartier of elk uur 5 minuten) ([www.uiteelt.nl](http://www.uiteelt.nl)). Voorkomen moet worden dat de temperatuur van de uien onder de gemiddelde dagtemperatuur komt. Er kan dan nl. niet meer met buitenlucht geventileerd worden als de buitentemperatuur weer wat hoger wordt. Er kan dan condensatie van vocht optreden.

## 4.3 Het bewaren

Het advies is om bij buitenluchtkoeling de producttemperatuur tijdens de bewaring niet onder 5 – 6 °C te laten zakken ([www.uiteelt.nl](http://www.uiteelt.nl)). In verband met de minder strenge winters van de laatste jaren geeft men er tegenwoordig de voorkeur aan om niet onder 7 °C te gaan zitten. Indien de producttemperatuur te laag is betaamt het risico dat in een warmere periode niet meer geventileerd kan worden zonder condensvorming.

Tijdens de eerste 6 weken van de bewaarperiode wordt geadviseerd om per etmaal 8-9 uur te ventileren en daarna ca 4 uur ([www.uiteelt.nl](http://www.uiteelt.nl)). Tijdens koude- of warmteperiodes moet m.b.v. intern ventileren voorkomen worden dat er temperatuurverschillen in de hoop ontstaan die leiden tot het natslaan van de uien.

Het vermijden van condensvorming wordt belangrijker gevonden dan een zo laag mogelijk temperatuur te bereiken. De hoop moet kraken als er over heen gelopen wordt. Als controle wordt aanbevolen om doormidden gesneden uien op de hoop te leggen en deze te controleren op schimmelgroei.

Om te controleren of de uien een goede behandeling tegen spruitvorming hebben ondergaan wordt een kweekproef geadviseerd ([www.uiteelt.nl](http://www.uiteelt.nl)). In oktober, november worden enkele monsters uit de partij genomen. De uien worden in bakken met vochtige potgrond geplaatst. De bakken worden bij kamertemperatuur geplaatst en aan de snelheid waarmee de spruitvorming zichtbaar wordt, kan afgelezen worden of de behandeling tegen spruitvorming succesvol is geweest.

## 4.4 Vergelijking met andere landen

In 2006 is in Nederland een bijeenkomst geweest van Euronion, een platform waarin onderzoekers en andere betrokkenen informatie uitwisselen over uien. Op deze bijeenkomst is bewaring aan de orde gekomen. In tabel 1 staat ter informatie per land aangegeven hoe de uien bewaard worden, inclusief de relevante teeltinformatie.

Tabel 1. Vergelijking tussen een aantal EU-landen;factoren die van belang zijn bij de bewaring

	UK	D	F	PL	NL	DK	ESP
<b>Teeltfactoren:</b>							
Aantal zaden per ha (x 1000)	550	1000	875	875	1000	650-1000	500
N-bemesting (Kg/ha)	140	100	100 -120	150	120	140	150-200
Hoeveelheid spuitremmer (MH kg/ha)	4	geen	4		3,75 kg	1.6	4
Hoeveelheid water bij MH spuiten (l/ha)	300	n.v.t.	400	300	500	300	1000
Toevoegmiddelen MH-bespuiting	geen	o.a.Br Th*	geen	geen	S of A**	geen	geen
Tijdstip MH-toediening (% gestreken loof)	10-50%	n.v.t.	80%	50%	10%	10%	50-70%
Oogsttijdstip (% dood blad)	25%	80%	80-100%	25%	80-100%	70-80%	80-100%
Drogen in het zwad (aantal dagen)	0 tot 2	2 tot 5	1 tot 5	7 tot 10	1 tot 3	8 tot 14	15 tot 20
Toepassing van fungiciden bij inschuren	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen
<b>Wijze waarop bewaard wordt:</b>							
% bulkbewaring	80%	85%	41%	90%	90%	70%	15%
% kistenbewaring	20%	15%	0%	10%	10%	30%	85%
% koeling met buitenlucht	35%	80%	9%	80%	85%	80%	90%
% mechanische koeling	65%	20%	26%	20%	15%	20%	10%
% CA-bewaring	5%	2%	23%	< 1%	0%	0%	0%
<b>Bewaringsfactoren:</b>							
Droogtemperatuur °C	25-28	?	20-25	20-25	20-23	25	n.v.t.
Aantal weken drogen	0,5	3 tot 4	2	3-jan	7	0,5	n.v.t
Aantal weken om temperatuur te laten zakken	4 tot 5	4 tot 5	3	4 tot 6	5	2 tot 3	8
Snelheid waarmee temperatuur daalt °C	0.5-1.0	0.5-1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Ventilatieuren per dag tijdens temperatuurdaling	3 tot 6	9 tot 11	8 tot 9	5 tot 8	8 tot 9	5 tot 6	10
Ventilatie capaciteit (m3 air/uur/m3 onions)		150 - 250	150	120	150	150	80-100
Bewaartemperatuur ( C )	0.00	5 tot 8	1	0 tot 1	4 tot 6	0 tot 3	0 tot 1
Ventilatieuren tijdens bewaarperiode (hours/day)	2 tot 6	4	2 tot 3	2 tot 4	4	2 tot 4	4
Relatieve luchtvochtigheid bewaring in %	75%±10	75%+10	75-80	75-80%	75-80	75	75-80 %

\* : Break Thru en andere middelen

\*\* : Silwet of Agral

## 5 Conclusies en aanbevelingen

Uit het literatuuronderzoek komt het volgende naar voren:

- Er is veel onderzoek gedaan naar de fysiologie rondom het tot stand komen van spruitrust en het doorbreken van de spruitrust. Er spelen verschillende groeihormonen een rol, terwijl ook het metabolisme van de koolhydraten belangrijk lijkt te zijn. Het onderzoek biedt op dit moment echter nog geen aanknopingspunten voor de praktijk.
- Voor het beperken van spruitvorming bij lange bewaring is de toediening van MH de belangrijkste factor. Het optreden van spruitvorming is vooral afhankelijk van de vraag of er voldoende MH in de bolstoel is terechtgekomen. Het tijdstip van toediening, de toestand van het loof op het moment van spuiten (groenheid, gezondheid, gestreken zijn), de weersomstandigheden, de dosering en de bespuitingstechniek zijn in dit verband belangrijk. Over de bepaling van het juiste toedieningstijdstip bestaat nog veel onduidelijkheid. Er worden in de praktijk twee criteria gebruikt, nl:
  - begin strijken van het loof
  - een verhouding van de boldiameter tot de halsdiameter van 3:1.

Niet duidelijk is of deze criteria tot duidelijk andere toedieningstijdstippen leiden, met name ook onder invloed van weersomstandigheden, rassen en stikstofbemesting. Daarnaast zijn er ook diverse praktijkervaringen dat de MH-bespuiting niet het gewenste effect heeft. Ook is niet duidelijk hoe groot het risico is op voze uien indien er relatief vroeg met MH gespoten wordt. Nader onderzoek naar criteria om het juiste toedieningstijdstip te bepalen lijkt dan ook gewenst.

- Om tijdens de bewaring het effect van de MH-bespuiting te controleren en dus te kunnen bepalen hoe lang de uien bewaard kunnen worden, wordt nu vaak gewerkt met een kweekproef die in oktober/november wordt uitgevoerd en waarbij uien in vochtige grond worden geplaatst. In de literatuur zijn aanwijzingen gevonden dat de spruitvorming in vochtige grond aanzienlijk kan afwijken van die in droge bewaaromstandigheden, zodat men zich kan afvragen of de kweekproef wel de juiste informatie oplevert. Daarnaast is ook niet duidelijk wat het effect van vochtige omstandigheden op MH is. Uit de literatuur komen aanwijzingen dat het MH-gehalte van de jonge spruiten in de ui een goed verband geeft met de spruitvorming. Het lijkt dan ook gewenst te onderzoeken of bepalingen van dit gehalte een betere voorspellende waarde hebben voor de spruitrust dan de kweekproef.
- Er zijn duidelijke rasverschillen in reactie op de bewaar temperatuur. Ook de temperatuur bij het drogen heeft invloed op de spruitrust. De optimale bewaar temperatuur voor spruitvorming kan van ras tot ras variëren van 10 °C tot 25 °C. Ook binnen een ras is er een grote variatie in snelheid van spruitvorming. Dit geldt ook voor hybride-rassen. De vraag kan gesteld worden of er meer informatie nodig is over de interactie tussen rassen en bewaar temperatuur.
- De invloed van het oogsttijdstip en de stikstofbemesting op de spruitrust is aanwezig, maar is gering in vergelijking met die van een MH-behandeling, het ras en de bewaar temperatuur. Bij de stikstofbemesting geldt dat de spruitrust verbeterd kan worden door onder het huidige advies te bemesten. Dit gaat echter te veel ten koste van de opbrengst. De afname van de spruitrust bij een verhoging van de stikstofbemesting boven het advies lijkt mee te vallen. Indien uien veel beschadigd raken bij de oogst of het inschuren, gaan ze ook sneller over tot spruitvorming. In de praktijk worden echter meestal wel voldoende maatregelen genomen om beschadiging van uien te voorkomen.
- Voor het tegengaan van kale uien lijken het oogsttijdstip, de temperatuur tijdens het drogen en bewaren en de relatieve luchtvochtigheid tijdens het bewaren de belangrijkste factoren te zijn. In de praktijk heeft men de indruk dat er meer kale uien optreden bij hogere stikstofbemesting, vooral in de situatie dat er laat geoogst wordt. Onderzoek naar het effect van stikstofbemesting bij laat oogsten op het optreden van kale uien kan hierover meer duidelijkheid geven.





