

Zaadfysiologie

Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: Fotosynthese, licht, bestuiving en bevruchting, plantenhormonen

Zicht op zaad - inleiding

Nog maar weinig tuinders hebben rechtstreeks met zaad te maken. Alleen in teelten als radijs en een aantal perkplanten zaaien telers nog zelf. Ook op een andere manier is het zaad uit het zicht verdwenen: in Nederland komt de zaadteelt nauwelijks nog voor. De omstandigheden tijdens de rijping zijn zo cruciaal dat het Nederlandse klimaat te veel onzekerheid geeft. Goed kiemkrachtig en bewaarbaar zaad vergt in de eerste plaats goede groeiomstandigheden van de moederplant. Daardoor ontwikkelt het embryo in het zaad zich op de juiste manier en kan er voldoende reservevoedsel gevormd worden. Ondanks de relatieve onzichtbaarheid is de zaadteelt nog steeds van groot belang voor de tuinbouw. Daarom is het voor iedereen in de tuinbouw nuttig een aantal basisbegrippen over de fysiologie van zaden te kennen.

Beeldsuggestie: foto van zaadteelt in het buitenland, via een veredelingsbedrijf

Of als inleidend verhaal dit:

Zaad beoordelen met de laser - praktijk

Paprikazaad is duurder dan goud. Dan mag je als afnemer wel verwachten dat je goed materiaal krijgt. De veredelingsbedrijven werken voortdurend aan het opschroeven van het kiempercentage en een uniforme kieming. Toch zijn er in de praktijk nog steeds verschillen te zien.

Probleem was steeds dat je de processen die in het zaad plaatsvinden niet kunt zien.

Paprikazaad kan bijvoorbeeld al in de vrucht beginnen met kiemen. Dat zaad rijpt dan niet goed af. Ook priming van zaad (voorkiemen en weer terugdrogen) gebeurt nu nog op gevoel. Dat zou preciezer kunnen als je kunt zien wat er in het zaad gebeurt.

En dat kan nu. Wageningen UR Glastuinbouw heeft daarvoor een systeem ontwikkeld

Een laserstraal strijkt over het zaad. Daardoor gaat het bladgroen in het zaad fluoresceren: het zendt een heel donkerrood licht uit. Met een camera wordt dat gefotografeerd. Hoe minder fluorescentie, hoe minder bladgroen, hoe rijper het zaad.

Beeldsuggestie: foto van het apparaat in werking – via Henk Jalink, WUR Glastuinbouw, telefoon 0317-480844

Wat is een zaadje – basis

Uit een zaadje kan een nieuwe plant groeien. Het zaad ontstaat uit het zaadbeginsel. Dat zit in het vruchtbeginsel in de bloem. Na de bevruchting groeit het zaad uit. Het zaadje bevat een embryo en reservevoedsel. Als je het zaadje openmaakt zie je vaak al een miniplantje zitten, compleet met blaadjes, stengel en wortel. Om te kiemen moet het zaad eerst water opnemen. Het zwelt hierdoor op. Vervolgens komt meestal eerst een wortel naar buiten. Daarna volgen de eerste blaadjes. Bij eenzaadlobbige planten is dat één blad. Bij tweezaadlobbigen twee. Bij sommige planten, zoals erwten, zit het reservevoedsel in de zaadlobben (= de eerste bladeren). Daarom zijn deze vrij dik. Het stukje stengel onder de zaadlobben heet hypocotyl. Bij sommige gewassen verdikt dit hypocotyl tot een knol. Voorbeelden: koolrabi, knolraap, krokus, gladiool.

Beeldsuggestie: tekening doorsnede zaad met alle onderdelen

Kiemrust – basis

Kiemrust betekent dat het zaad niet kan kiemen, ook al zijn de omstandigheden prima. In het algemeen komt dit door hormonen zoals abscisinezuur. Doorbreken van kiemrust komt fysiologisch neer op afbraak van hormonen die de rust veroorzaken en vorming van hormonen die juist de kieming bevorderen, zoals gibberellinen.

Er zijn nogal wat soorten van kiemrust die allemaal op een andere manier doorbroken kunnen worden. Bij sommige boomzaden laat de zaadhuid geen water door. Aangezien vocht een absolute voorwaarde is voor kieming, gebeurt er lange tijd niets totdat die zaadhuid deels verteerd is, bijvoorbeeld door beschadiging, vertering in de darmen van een dier, bevroering of brand.

Ook komt chemische kiemrust voor: in de zaadhuid of het vruchtvlees zitten stoffen die kieming tegengaan. Deze breken langzaam af en zijn soms te verwijderen door spoelen. Het meest echter komt fysiologische kiemrust voor. Dat is bij vrijwel alle pas geoogste zaden zo. Deze vorm van kiemrust verdwijnt langzaam bij bewaring. Hij is vaak te doorbreken door temperatuurbehandelingen. Een voorbeeld hiervan is stratificatie: het vochtig en koud bewaren van het zaad.

Beeldsuggestie: iets wat stratificatie in beeld brengt; filmpje, serie foto's

Warmte, licht en lichtkleur van belang bij kieming - basis

Als het zaad eenmaal kan kiemen – dus de kiemrust is doorbroken – wil dat nog niet zeggen dat het zaad ook daadwerkelijk kiemt. Veel zaden wachten dan nog op goede externe omstandigheden. De meeste gewassen kennen bijvoorbeeld een minimale kiemtemperatuur. Beneden deze temperatuur gebeurt er niets.

Ook de warmtesom (graaddagen) is van belang. Neem per dag de werkelijke temperatuur en trek daar de minimumtemperatuur van af en tel vervolgens de daguitkomsten bij elkaar op.

Als zo een bepaalde warmtesom is bereikt, kan het zaad kiemen. (zie tabel).

Behalve temperatuur is voor sommige gewassen licht van belang. Kalanchoë, saintpaulia en begonia kiemen niet in het donker. Allium en phlox kiemen juist niet in het licht. Ook de verhouding rood/verrood in het licht is van belang. In gewoon daglicht is meer rood dan verrood aanwezig. In de schaduw overheerst juist verrood licht. Hierdoor wordt de kieming geremd. In de natuur voorkomt dit dat zulke zaden in de diepe schaduw van buurplanten ontkiemen.

Beeldsuggestie: onderstaande tabel

Tabel

Minimum kiemtemperatuur en vereiste warmtesom voor een aantal gewassen.

Gewas	min.temp (°C)	warmtesom (graaddagen)
aubergine	12,1	93
komkommer	12,1	108
paprika	10,9	182
tomaat	8,7	88
witlof	5,3	85
sla	3,5	71
andijvie	2,2	93
radijs	1,2	75

spinazie	0,1	111
veldsla	0,0	161

Hoe vlot kiemt zaad: rekenvoorbeeld - verdieping

De tijd die het duurt voordat bijvoorbeeld de helft van het zaad gekiemd is, wordt beschreven door de volgende formule: $t = S/(T-T_{\min})$. Hierin is t: het moment van 50% kieming, S: het aantal graaddagen, T: de temperatuur (constant gehouden) en T_{\min} : de minimumtemperatuur. Tomaat doet er bij 18,7°C bijna 9 dagen (8,8 dagen = 88 gedeeld door 18,7 minus 8,7) over tot 50% kieming, terwijl dat bij 25,7°C maar 5 dagen is (5,2 dagen = 88 gedeeld door 25,7 minus 8,7).

Kieming kent drie fasen - verdieping

Kieming bestaat uit drie fasen. De eerste daarvan heet imbibitie: het zaad neemt water op. Dit is een passief proces, ook een dood zaad neemt water op. Het zaad zwelt hierdoor op en neemt fors in gewicht toe. Vervolgens lijkt er op het oog even niets te gebeuren. Het zaad neemt geen verder water op en aan de buitenkant is niets te zien. Binnenin wordt echter het fabriekje opgestart onder invloed van de hormonen cytokinine en gibberelline. Na enkele uren zijn de aanwezige enzymen geactiveerd en worden nieuwe enzymen aangemaakt. Deze zijn nodig om nieuwe eiwitten te maken of om het reservevoedsel aan te spreken. Het enzym amylase bijvoorbeeld breekt opgeslagen zetmeel af tot suikers die het embryo kan gebruiken.

De derde fase is de uitgroei van de wortel door celstrekking. Nu stijgt de wateropname weer duidelijk. Zolang de zaadlobben nog niet boven de grond verschijnen, is het jonge plantje nog niet fotosynthetisch actief en dus afhankelijk van de reservestoffen in het zaad.

Van het verloop in fasen maken zaadbedrijven gebruik bij priming. Ze laten dan de zaden kiemen in een zogenaamd osmoticum. Dat zorgt ervoor dat de zaden voldoende water op kunnen nemen om de interne processen op gang te brengen, maar niet zoveel dat de wortel er al uit komt. Een partij zaden die zo behandeld is, is gelijkgeschakeld en zal vlot en gelijkmatig kiemen

Beeldsuggestie: illustratie Wilma Slegers; 3 fasen bij kieming zaad. Boek Plantkunde onder Glas, blz. 43. Bijschrift: Kieming van zaden gebeurt in drie fasen. Eerst neemt het zaad water op (imbibitie), dan stopt de wateropname vrijwel en worden enzymen aangemaakt, vervolgens treedt de wortel uit, terwijl de wateropname weer stijgt. Van deze fasen wordt gebruik gemaakt bij priming van zaden.

Vigour zegt meer dan kiemkracht- verdieping

Een zaad dat lang bewaard wordt, gaat langzamerhand achteruit. Weliswaar staat de stofwisseling op een bijzonder laag pitje, maar heel langzaam soupeert het zaad zichzelf op. Ook kunnen beschadigingen ontstaan, bijvoorbeeld door vrije radicalen (zeer reactieve verbindingen). Het zaad kan deze deels repareren, maar daar zit een eind aan. Er zijn voorbeelden van zeer oude zaden (een lotus van 1200 jaar) die nog kiemen, maar dat zijn grote uitzonderingen. Meestal is na een aantal jaren de kiemkracht sterk teruggelopen.

Traditioneel wordt de kiemkracht in het laboratorium onder gestandaardiseerde omstandigheden bepaald. Commerciële partijen zaad hebben tegenwoordig een zeer hoog percentage, bijvoorbeeld 98%. Dit zegt echter lang niet alles over de opkomst onder min of

meer stressvolle praktijkomstandigheden. Daarom is het begrip 'vigour' tegenwoordig belangrijker. Een partij met een grotere vigour presteert beter. De oorzaak van de variatie tussen partijen met ongeveer hetzelfde kiempercentage in het laboratorium, maar met een verschillende vigour, komt door verschillen in interne beschadiging (door de vrije radicalen), de stand van de reserves en dergelijke.

Bij orchideeën is alles anders – verdieping

Orchideeën zijn in meerdere opzichten bijzondere planten, ook als het om het zaad gaat. De zaden van deze planten zijn bijzonder klein. Ze bevatten geen reservevoedsel en ook het embryo zelf is heel weinig ontwikkeld. Dat maakt de overlevingskans per zaad erg klein. Orchideeën produceren echter enorme hoeveelheden zaad, zodat het over het geheel genomen toch nog goed komt.

In het verleden werden orchideeën gezaaid op de pot van de moederplant. Dat was nodig omdat de zaden een bepaalde schimmel nodig hebben (een *Rhizoctonia*-soort) om te kunnen kiemen en overleven. De schimmel leeft in symbiose met de moederplant en levert noodzakelijke voedingsstoffen voor het kiemende zaad. Tegenwoordig is dat niet meer nodig. Bij in vitro zaai kunnen de voedingsstoffen, die de schimmel normaal zou leveren, in de voedingsbodem toegevoegd worden.

Ook na kieming gaat de orchidee zijn eigen weg. Uit het zaad ontstaat niet meteen een plantje, maar een klein knolletje, protocorm genaamd. Hieruit kan een plantje ontstaan, maar ook nieuwe protocormen.

Beeldsuggestie: foto in vitro cultuur orchidee

Zaad vreet fosfaat – verdieping

De kwaliteit van zaden is sterk afhankelijk van het gehalte aan fosfaten. In de eindfase van de plant verhuist fosfaat massaal van de bladeren naar de vruchten en de zaden waar het opgeslagen wordt als fytinezuur. Bij de kieming is heel veel fosfaat nodig, want dan worden veel nieuwe celwanden gevormd. De jonge plant kan het element echter nog niet opnemen met zijn jonge wortel en is dus volledig toegewezen op zijn voorraad in het zaad. Te weinig fosfaat in het zaad geeft de kiemplant dus meteen een groeiachterstand.

Beeldsuggestie: ??