

Handreiking weerbare rassen

Achtergrond

Weerbare rassen zijn één bouwsteen voor het realiseren van weerbare teelsystemen. Plantum heeft daarom in het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie Gewasbescherming 2030 als actie opgenomen: *'Als handreiking naar veredelingsbedrijven wordt op korte termijn een beschrijving opgesteld van de criteria waaraan weerbare rassen en gewassen dienen te voldoen.'*

In 2020 heeft Plantum HAS Green Academy hierbij ingeschakeld en in 2021 hebben drie studenten in het kader van hun afstuderen aan dit vraagstuk gewerkt. De aanpak bestond uit een deskstudie, interviews met 42 veredelings- en opkweekbedrijven, brancheorganisaties, ketenpartijen en UP-partners*, dataverwerking, een workshop waarin de bevindingen getoetst werden bij de Plantum hoofdcommissies Gewasgezondheid en Milieu en Onderzoek, een eindpresentatie en verslaglegging. Als afstudeerverslag is een rapport van 75 pagina's opgeleverd, met bijlagen. Daarnaast is voor Plantum een Handreiking van 9 pagina's opgesteld met de belangrijkste resultaten, discussie en conclusie en een aantal aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Plantum heeft het werk van de studenten bewerkt, resulterend in deze Handreiking die verspreid wordt onder de Plantum-leden (intern) en onder de Uitvoeringsprogramma-stakeholders (extern). De verspreiding start op de Plantum-themadag 'Weerbaarheid en gewasbescherming 2030' op 8 april 2024.

**De interviews concentreerde zich op zeven modelgewassen, representatief voor de sectoren sierteelt, groenteteelt en akkerbouw in Nederland. Gevraagd werd naar de definitie van een weerbaar ras en de daarvoor gewenste eigenschappen, nu en in de toekomst.*

Definitie weerbaar ras

We definiëren een weerbaar ras als volgt: **Een weerbaar ras is een ras dat bestand is tegen biotische en abiotische stressfactoren in het desbetreffende teeltsysteem, waarbij de opbrengst in balans blijft en de opbrengstzekerheid verbeterd wordt.**

Het is lastig om een 'weerbaar ras' en de karakteristieken daarvan te definiëren, omdat dit feitelijk alleen gezien kan worden in samenhang met het teeltsysteem en de teeltomstandigheden. In bijvoorbeeld een onbedekte grondgebonden teelt worden andere eisen gesteld aan een 'weerbaar ras' dan in een bedekte substraatteelt. Daarnaast kunnen biotische en abiotische stressfactoren in de loop der tijd veranderen (bijv. nieuwe ziekten en plagen, veranderende teeltsystemen, klimaatveranderingen - zoals meer droogte, hitte, extreme regenval) en moet een 'weerbaar ras' daarmee om kunnen gaan. De veredeling probeert sowieso te veredelen op eigenschappen die over ongeveer 10 jaar (minimale tijd nodig van veredeling tot marktintroductie) van belang zijn, kijkend naar de eisen en omstandigheden die dan spelen. Naast eigenschappen gericht op veranderende eisen van de markt (smaak, kleur, bewaarbaarheid, inhoudsstoffen), komt er steeds meer aandacht voor eigenschappen gericht op groei (plant- en gewasontwikkeling) en weerbaarheid.

Er is wel consensus dat het belang van 'weerbare rassen' de komende jaren alleen maar gaat toenemen, omdat er minder correctiemogelijkheden zullen zijn (wegval chemische gewasbeschermingsmiddelen) en het klimaat grilliger en extremer wordt. Men verwacht van de veredeling vooral 'weerbaarheid' tegen biotische factoren; voor de abiotische factoren zet men vooral ook in op aanpassing van teeltsystemen en teeltmaatregelen, maar ook daaraan kan veredeling een bijdrage leveren. Gewerkt moet worden aan geïntegreerde oplossingen om de uitdagingen in de teelt het hoofd te bieden.

In deze handreiking proberen we handvatten te geven voor 'no regret' langetermijndoelen en eigenschappen voor weerbaarheid, en voor waar veredelaars de mogelijkheid hebben via de genetische component (enigszins) te sturen. Daarbij beschrijven we 'weerbaarheid (genetisch)' volgens vier aspecten. De concrete invulling zal per gewas en teeltsysteem verschillen:

1. Klimaat aangepast.
2. Kwaliteit (voldoen aan eisen consument, afnemer, verwerker).
3. Efficiënt (qua gebruik inputs, zoals meststoffen).
4. Resistent en/of tolerant (tegen ziekten en plagen)¹.

In bijlage 1 zijn binnen deze vier categorieën eigenschappen benoemd en is aangegeven of, volgens de deskstudie of de interviews, deze eigenschappen relevant zijn voor de zeven gekozen modelgewassen.

Samenvatting per sector

De modelgewassen zijn bedoeld om zo concreet mogelijk over weerbare eigenschappen te kunnen spreken. Er is gekozen voor gewassen die veel in Nederland geteeld worden én waar in Nederland veel in wordt veredeld, én die model staan voor diverse typen teeltsystemen (bedekt/onbedekt, potplant/snijbloem, substraatteelt/grondteelt, et cetera).

De vraag die is gesteld:

Op welke criteria/eigenschappen moet door veredelingsbedrijven nu en in de komende jaren de focus worden gelegd om tot weerbaardere rassen te komen?

Sierteelt – anthurium, chrysanth

In de sierteelt wordt nu nog vaak de focus gelegd op esthetische kenmerken gericht op markteisen, zoals de kwaliteit van de bloem (kleur, vorm, geur), vaasleven en de compactheid van de plant. Het tweede criterium is vaak de kostprijs waarbij de productie een grote rol speelt (arbeids- en energiebehoefte, mogelijkheid tot automatisering et cetera). Pas het derde veredelingscriterium is gericht op resistentie tegen ziekten en plagen en tolerantie tegen abiotische stressfactoren. Binnen de sierteelt is bijvoorbeeld een bepaalde mate van kou-tolerantie in combinatie met trips-resistentie erg gewenst. Verder wordt belangrijk gevonden: sterk wortelgestel, resistenties tegen trips, Pythium, valse- en echte meeldauw, Fusarium, Botrytis, Japanse roest (chrysanth), Verticillium en Xanthomonas (anthurium). De verwachting is echter wel dat juist deze eigenschappen aan belang gaan winnen en meer prioriteit gaan krijgen. Tot slot wordt veredeld op rassen met een lage water-, energie- en meststoffen (inclusief CO₂)-behoefte. Hierbij kan er een interactie zijn met eigenschappen gericht op weerbaarheid.

Groenteteelt – tomaat, sluitkool, aardbei

Bij de **tomaten**veredeling wordt naast markteisen als opbrengst en smaak, al jaren de focus gelegd op resistentieveredeling en is de sector verder in het achterhalen en inkruisen van resistentiegenen dan in de sierteeltveredeling. Zo is men op zoek naar specifieke resistenties tegen diverse virussen: ToBRFV, ToCV, TSWV en het (TYLCV) Yellow leaf curl virus. Ook een bepaalde mate van tolerantie/resistentie tegen virusoverdragende insecten is interessant. Daarnaast blijven eigenschappen als schimmelresistenties en de groeikracht van de plant belangrijke aspecten. Mede door de verwachte klimaatverandering gaan hittestolerantie en omgaan met extremere weersomstandigheden een steeds belangrijkere rol spelen.

¹ Rapport HAS: 'De termen resistent en tolerant zijn twee aparte begrippen die vaak door elkaar worden gebruikt. De term resistent heeft te maken met het vermogen van de plant om de ontwikkeling van een specifieke ziekte of plaag en de schade die het toebrengt aan de plant, te remmen en te beperken in vergelijking met vatbare plantenrassen. [...] Tolerantie daarentegen heeft te maken met het vermogen van de plant om de schade te beperken (compensatievermogen van de plant bij infectie).'

De teelt en veredeling van **sluitkool** is geholpen met passieve afweer (zoals een dikkere waslaag), een sterke groei­kracht en schimmelresistenties bijvoorbeeld tegen valse meeldauw. Ook het verbeteren van de kiemkracht (waardoor snel en homogeen weggroeien van de planten) wordt door de opkweek genoemd als gewenste weerbaarheidseigenschap.

Voor **aardbeien** zijn gewenste weerbaarheidseigenschappen sterk afhankelijk van type teelt en teeltsysteem. Een goed wortelgestel in combinatie met een sterke groei­kracht zal bij alle vormen van teelt een voordelige eigenschap zijn tegen ziekten en plagen. Beharing op het blad, een waslaag, sterke bladeren en een dikke celwand kunnen hier ook een rol bij spelen. Qua ziekteresistentie worden bij aardbei resistentie tegen meeldauw en Phytophthora genoemd. Qua plagen noemt men tolerantie/resistentie tegen kaswittevlies en trips. Daar kan volgens de respondenten deels op gestuurd worden door het suikergehalte in de plant naar beneden te brengen en te veredelen op flavonoïden. Omdat een verschuiving wordt verwacht van teelt vanuit stek naar teelt vanuit zaad (wat voor de plant ook een 'schonere' start betekent - minder kans op startbesmetting met ziekten en plagen) spelen eigenschappen als kiemrust, kiemkracht en groei­kracht een steeds belangrijkere rol. Ook verwacht men een verdere verschuiving van onbedekte grondteelt naar bedekte substraat­teelt, waardoor bodemgebonden ziekten geen probleem meer zullen zijn.

Algemeen zijn binnen de groenteteelt resistenties tegen specifieke virussen, schimmel­ziekten (Phytophthora, Fusarium, Pythium), wittevlies (beide soorten) en trips gewenste eigenschappen.

Akkerbouw – aardappel, ui

Bij de aardappel en de ui, die geteeld worden in ongeconditioneerde teeltsystemen, worden meer klimaat gerelateerde eigenschappen benoemd, zoals droogtetolerantie, zouttolerantie en flooding tolerantie (deze zorgt ervoor dat planten na langdurige of hevige regenval een periode onder water kunnen staan zonder dat de wortels gaan rotten). Op deze eigenschappen is echter volgens de veredelaars veel moeilijker te veredelen dan op ziekteresistenties. Er zijn namelijk veel meer eigenschappen en genen bij betrokken waarover te weinig bekend is en daarnaast is het lastig om een goede bio-toets op te stellen. Wel worden verschillende eigenschappen benoemd die invloed hebben op de tolerantie tegen verschillende abiotische factoren, zoals diepere wortels bij droogtetolerantie, of het vermogen van de plant om enzymen aan te maken die zuurstofradicalen opruimen waardoor planten beter bestand zijn tegen kou, hitte of droogte.

Vanuit de biologische landbouw wordt opgemerkt dat men in de veredeling al langer zoekt naar rassen met een bepaalde weerbaarheid, omdat biologische telers weinig tot geen gewasbeschermingsmiddelen ter beschikking hebben om de teelt mee te beschermen. Bij weerbare rassen wordt dan bijvoorbeeld gekeken naar rassen die zich krachtig ontwikkelen na uitzaai, weerbaar zijn tegen ziekten en plagen en bestand zijn tegen lage bemestingsniveaus. Deze eigenschappen worden uiteraard ook voor 'gangbare' telers steeds belangrijker.

Bij aardappel en ui wordt ook gekeken naar de mate van N-plasticiteit: of het gewas voldoende herstellend vermogen heeft na een periode van lage hoeveelheid stikstof in combinatie met droogtestress. Aardappelveredelaars geven aan voornamelijk bezig te zijn met resistentieveredeling tegen ziekten en plagen, met de meeste urgentie op Phytophthora-resistentie en virusresistentie. Bij de aardappel is wel een verschil in inzicht tussen de respondenten in veredeling en in teelt: zo is volgens de telers insectentolerantie gewenst, maar is deze eigenschap niet één keer benoemd door de veredelaars. Bij uien wordt aanvullend de nadruk gelegd op een sterk wortelgestel en schimmelresistenties waaronder resistenties tegen witrot, valse meeldauw, Fusarium en blad­vlek­ziekte. Ook geven de telers/adviseur aan dat ze belang hebben bij een breed bladoppervlakte zodat er tussen de rijen minder onkruid groeit en de ui beter bestand is tegen hittestress. Deze eigenschap wordt niet als urgent gezien bij de veredelaars.

Samengevat wordt binnen de akkerbouw als belangrijkste genoemd: flooding tolerantie, sterk wortelgestel, schimmelresistenties (bijv. tegen Phythophthora, meeldauw, bladvlekkenziekte) en virusresistenties.

Alle gewassen en sectoren

Over het algemeen hebben de land- en tuinbouw productieketen en de andere stakeholders focus op dezelfde weerbaarheidseigenschappen als veredelingsbedrijven. Dit betekent dat de wensen vanuit de markt over het algemeen goed worden meegenomen in het opstellen van de veredelingsdoelen en dat er voldoende interactie tussen de stakeholders is. Veredelaars en de keten zijn het erover eens dat veredelaars zich moeten focussen op resistentieveredeling, bijv. tegen (valse) meeldauw en Fusarium, en op droogtetolerantie: dit wordt bij alle gekozen modelgewassen genoemd. Bij alle teelten en gewassen wordt trips als een probleem gezien dat op het moment niet is op te lossen met veredeling omdat er weinig over bekend is op het gebied van genen en merkers. Weerbaarheid tegen ziekten, plagen en onkruiden zijn het meest gewenst, omdat dit belangrijke aspecten zijn voor opbrengstverlies in de huidige teeltsystemen. Omdat insecten de grootste vectoren zijn van ziektes wordt steeds meer de focus gelegd op het veredelen van toleranties en resistenties tegen insecten. In de ongeconditioneerde (open) teelten wordt 'klimaat aangepast', met name droogte- en flooding tolerantie, steeds belangrijker.

Toekomst

Voor de eigenschappen van toekomstige rassen is (blijft) de markt leidend. Opbrengst blijft het belangrijkste veredelingsdoel, om teelten rendabel te laten zijn (economisch perspectief). En ook om de groeiende wereldbevolking op een krimpend landbouwareaal te kunnen blijven voeden. Daarnaast is een ras met een stabiele opbrengst onder wisselende (stress)omstandigheden juist ook een 'weerbaar' ras. De mogelijkheden voor (verdere) opbrengstverhoging en opbrengstzekerheid verschillen van gewas tot gewas en zijn afhankelijk van bijvoorbeeld genetica en type ras (zaadvast of hybride). Door maatschappelijke en klimatologische ontwikkelingen worden weerbaarheid en nutriëntenefficiëntie ook steeds belangrijker. Het verdwijnen van chemische gewasbeschermingsmiddelen, meer weerstand tegen het gebruik van deze middelen, teruggingen van het gebruik van meststoffen en de energietransitie, zullen dit versterken. Voor de consument zijn betaalbaarheid, uiterlijk, smaak en houdbaarheid ook van belang. Afhankelijk van het gewas kunnen er diverse schakels tussen verdelaar en consument zitten met hun eigen eisen, bijvoorbeeld bij aardappel de pootgoedteler, de teler, de verwerker (bijv. fritesfabrikant: eisen aan grootte van de knol, onderwatergewicht i.v.m. (bak)kwaliteit, bakkleur, etc.), de verpakker en de retail.

De verwachting is dat de (nieuwe) rassen in 2030 over het algemeen weerbaarder zullen zijn dan de huidige rassen. Zo zullen er naar verwachting steeds meer rassen met resistenties en toleranties tegen virussen en schimmels op de markt komen. Resistenties en toleranties tegen insecten en vooral abiotische factoren zullen langer op zich laten wachten, omdat dit genetisch vaak complexer is en de nodige kennis nog vaak ontbreekt. Eigenschappen die men verder bij de toekomstige rassen noemt zijn: betere plantafweersystemen, betere beworteling, verhoging van inhoud/voedingstoffen, rassen die beter zijn afgestemd op nieuwe/alternatieve teeltmaatregelen (bijv. bladstand in relatie tot mechanische onkruidbestrijding, bladbehaving in relatie tot biologische bestrijders) en teeltsystemen (bijv. overschakeling naar gesloten circulaire systemen, aardbeien uit zaad in plaats van uit stek, precisielandbouw, strokenteelt).

Sowieso kan een 'weerbaar ras' niet op zichzelf gezien worden: binnen alle soorten teelten zal een weerbaar ras in samenhang met een weerbaar teeltsysteem gezien moeten worden. De rassen voor de komende 10-20 jaar zijn nu al volop in ontwikkeling. Eigenschappen die men nu in een bepaalde teelt of ras wil hebben, zullen door de lange veredelingsduur soms pas (ver) na 2030 op de markt komen.

In een workshop is besproken of het zinvol zou zijn een puntensysteem te ontwikkelen met weerbaarheidseigenschappen om een ras te kunnen scoren op weerbaarheid, om zo veredelaars een richtlijn te geven én telers een handvat voor hun rassenkeuze (vergelijkbaar met het CGO en de Aanbevelende Rassenlijst² in de landbouw, zie [CGO uitvoering](#)). Er was op zich enige sympathie voor dit idee, maar er werd ook opgemerkt dat het bijna niet mogelijk is, omdat: een ras altijd gezien moet worden in een specifiek teeltsysteem; omdat het veel, complex en duur onderzoek vergt voor allerlei specifieke teelten en markten (denk ook aan export) en dat het dan ook niet haalbaar is (vergelijkbaar met CGO groenten dat niet voor niets eerder is afgeschaft³); omdat telers voldoende informatie krijgen en professioneel genoeg zijn om zelf het best passende ras voor hun teeltsysteem te kiezen.

Daarnaast veredelen Nederlandse bedrijven vaak rassen voor de Europese/wereldwijde markten en meestal niet specifiek voor Nederlandse telers. Eigenschappen die voor Nederlandse telers belangrijk zijn, zijn dat niet altijd voor Europese/wereldwijde markten, en andersom. Een voorbeeld is marktdifferentiatie bij uien: de Nederlandse ui wordt vooral voor export geteeld, terwijl omringende landen meer voor eigen markt telen. Daarom is voor de veredeling van een ui voor Nederlandse teelt de eigenschap 'bewaarbaarheid' heel belangrijk, maar voor Franse, Duitse en Engelse telers veel minder. 'Weerbaarheid' is in principe op alle markten gewenst; maar zal niet in alle landen en teeltomstandigheden hetzelfde ingevuld worden.

Aanbevelingen

De veredeling heeft behoefte aan meer fundamenteel onderzoek. Bijvoorbeeld om de kennis over genen, genfuncties en de samenhang tussen diverse genen te vergroten (met name bij abiotische stress) en om goede resistentietoetsen op te zetten. Momenteel komt dit nog onvoldoende van de grond omdat er te weinig geld beschikbaar is, een stimulans vanuit de overheid zou hierbij kunnen helpen. (Noot 2024: inmiddels is het grote 10-jarige project CropXR van start gegaan.)

De komende jaren zal er ook veel geld geïnvesteerd moeten worden in het opzetten van toegepast onderzoek om onbekende factoren tussen ziekten, plagen en teeltsystemen te begrijpen en meetbaar te maken. Veredeling dient direct betrokken te worden bij het ontwikkelen van nieuwe teeltsystemen, zodat diverse bouwstenen voor weerbare teelt direct op elkaar afgestemd worden en er geïntegreerde totaaloplossingen komen.

Moderne veredelingsmethoden, zoals het gebruik van CRISPR-Cas en het ontwikkelen van genetische merkers, biedt mogelijkheden om de huidige veredelingsprocessen te versnellen en te optimaliseren. Hierbij wordt de kanttekening geplaatst dat men niet moet verwachten dat het gebruik van deze methoden alle huidige en toekomstige problemen volledig kan oplossen. (Sowieso zijn 'weerbare rassen' 'slechts' één bouwsteen in weerbare teeltsystemen.)

In de sierteelt is men over het algemeen minder ver met veredelen op 'weerbaarheid' dan in de groenteteelt en akkerbouw. Dit heeft meerdere oorzaken, zoals traditioneel focus op sierwaarde, veel kleine en genetisch complexe gewassen, veel kleinere veredelaars. Verdere samenwerking op pre-competitieve kennis is gewenst, zoals nu ook al gebeurt in het Landelijk [Centrum voor Biotoetsen](#) en door [GenNovation](#).

² De Aanbevelende Rassenlijst (AR) wordt jaarlijks op basis van onderzoek vernieuwd voor: granen (tarwe, gerst), diverse groenbemestingsgewassen, suikerbieten, cichorei, snijmais, korrelmais en Corn Cob Mix, diverse grassoorten, enkele kleine voedergewassen.

Aardappelen heeft 2 jaar (wettelijk verplicht) CGO, maar geen 3de jaar en geen AR. Bij het CGO aardappelen wordt bijvoorbeeld wel gescoord op gevoeligheid voor X-virus, Y-virus en Phytophthora. De NVWA publiceert jaarlijks een lijst met gevoeligheid voor aardappelmoehed (aaltjes Ro=*Globodera rostochiensis* en Pa=*Globodera pallida*). Uireka publiceert jaarlijks een rassenlijst voor zaaiuien.

³ Voor groentegewassen is alleen DUS-onderzoek nodig om tot het verkeer toegelaten te worden (Distinctness, Uniformity and Stability). In het verleden was ook CGO verplicht, maar dat is per 2005 vervallen. Overigens wordt anno 2024, herziening van de Europese Verkeersrichtlijnen, verplicht CGO wel weer voorgesteld door de Europese Commissie, discussie daarover loopt.

In het onderzoek zijn veel weerbaarheidseigenschappen naar voren gekomen die van pas komen om een weerbaarder ras te maken. Omdat ieder gewas andere weerbaarheidseigenschappen heeft, wordt aanbevolen om gewasspecifiek te achterhalen welke weerbaarheidseigenschappen daarbij passen en hoe de gehele keten over de weerbaarheidsaspecten denkt. Dit is een onderwerp waarop veredelingsbedrijven elkaar kunnen beconcurreren en dit kan dan ook aan het bedrijfsleven zelf (individuele bedrijven) worden overgelaten.

Door het veranderende klimaat, de langdurige veredelingsprogramma's en het wegvallen van het gewasbeschermingsmiddelenpakket wordt een vervolgonderzoek aanbevolen om te voorspellen welke ziekten en plagen in de toekomst voor problemen gaan zorgen. Daarnaast is er meer onderzoek nodig naar welke genen invloed hebben op de tolerantie tegen insecten en abiotische factoren en hoe hiervoor goede bio-toetsen kunnen worden ontwikkeld.

Naschrift: Voorstel nieuwe Europese regelgeving voor rassen

Sinds najaar 2019 wordt er door de Europese Commissie (EC) gewerkt aan een herziening van de zogenaamde 'Richtlijnen voor het in de handel brengen van zaden van diverse landbouwgewassen, groentezaden en groenteplanten, sierteeltgewassen en fruit en wijnstokken' (Europese Verkeersrichtlijnen) om te komen tot een voorstel voor één Directive (Verordening) Plant Reproductive Material (PRM). In juli 2023 heeft de EC de eerste voorstellen gepresenteerd die het uitgangspunt vormen voor verdere onderhandelingen. In de voorstellen wordt sterker dan in de huidige Verkeersrichtlijnen de nadruk gelegd op duurzame productie en eisen waaraan rassen moeten gaan voldoen. Er is nog veel discussie over de invulling, maar het concept van weerbare rassen sluit hier wel goed op aan.

Het voorstel van de EC voor testen op duurzaamheidsaspecten luidt:

'Rassen die moeten worden getest op onderscheidbaarheid, homogeniteit en bestendigheid (officiële beschrijving) zullen verder worden getest op hun waarde voor duurzame teelt en duurzaam gebruik. De voorgestelde verordening breidt het toepassingsgebied van de beoordeling van de waarde voor duurzame teelt en duurzaam gebruik uit van landbouwgewassen (het huidige toepassingsgebied van de richtlijnen inzake plantaardig teeltmateriaal) tot groenten en fruitsoorten, om te zorgen voor een bredere en duurzamere aanpak voor de hele sector plantaardig teeltmateriaal. Om te kunnen worden geregistreerd, moeten deze rassen, alles in aanmerking genomen, een verbetering opleveren in vergelijking met de andere rassen van dezelfde geslachten of soorten, met betrekking tot de volgende aspecten:

- *opbrengst, met inbegrip van opbrengststabiliteit en opbrengst onder omstandigheden die weinig productiemiddelen vergen;*
- *tolerantie/resistentie tegen biotische druk, onder meer tegen plantenziekten veroorzaakt door nematoden, schimmels, bacteriën, virussen, insecten en andere plaagorganismen;*
- *tolerantie voor of resistentie tegen abiotische druk, met inbegrip van aanpassing aan klimaatveranderingsgerelateerde omstandigheden;*
- *efficiënter gebruik van natuurlijke hulpbronnen, zoals water en nutriënten;*
- *verminderde behoefte aan externe productiemiddelen, zoals gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen;*
- *kenmerken die de duurzaamheid van opslag, verwerking en distributie verbeteren;*
- *kwaliteit of voedingskenmerken.*

Deze aspecten zijn belangrijk om ervoor te zorgen dat nieuwe rassen bijdragen tot een duurzame landbouwproductie die voorziet in economische, ecologische en bredere maatschappelijke behoeften.'

Bijlage 1 Weerbaarheidseigenschappen volgens 4 categoriën en waar aangegeven als relevant voor de 7 modelgewassen (Kruisjes op basis van zowel de deskstudie als de interviews)

eigenschap	anthurium	chrysan	sluitkool	tomaat	aardbei	aardappel	ui
1. Klimaat aangepast, weerbaar tegen abiotische stress							
goed wortelstelsel		X	X	(X) (onderstammen)	X	X	X
rijpingssnelheid, vroegheid						X	X
droogte tolerantie (hier kunnen weer diverse eigenschappen onder zitten, zoals diepe beworteling, waslaag, werking huidmondjes, snelheid van vochtopname, mate van transpiratie, verhoogde xyleemdichtheid stengel)				X		X	X
watertolerantie, flooding tolerantie						X	X
schaduw tolerantie							
temperatuur tolerantie (zitten dan ook weer eigenschappen onder zoals dikte van de bladeren, langer wortelstelsel, mogelijkheid om specifieke metabolieten te activeren)				X	X		
zouttolerantie				X		X	
winterhardheid							
2. Kwaliteit (voldoen aan eisen consument, afnemer, verwerker);							
inhoudsstoffen (type, maar ook gehalte bijv. suiker, olie, zetmeel, eiwit, droge stof)			X	X	X	X	X
houdbaarheid, bewaarbaarheid, vaasleven (hierbij ook weer diverse specifieke kenmerken per gewas)	X	X	X	X	X	X	X
esthetisch (vorm waarbij ook uniformiteit, kleur, geur, compactheid, etc.; specifieke eigenschappen afhankelijk van gewas)	X	X		X	X		
smaak			X	X	X	X	X
verwerkbaarheid			X	X		X	
gelijkmatige ontwikkeling (belangrijk voor teelt en oogst)	X	X	X	X	X	X	X
3. Efficiënt (qua gebruik inputs zoals meststoffen);							
snelle beginontwikkeling (waardoor 'ontsnappen' aan ziekten/plagen)			X				X
stikstofefficiëntie en N-plasticiteit (herstellend vermogen)		X				X	X
fosfaatefficiëntie							
CO ₂ -efficiëntie							
hoge opbrengst per hectare	X	X	X	X	X	X	X
mechaniseerbaar, minder arbeid nodig	X	X	X	X	X	X	X
kiemkrachtig (minder zaad nodig; tevens gelijkmatiger etc.: kan ook onder 'kwaliteit' geschaard worden)			X		X		
waterefficiëntie							
4. Resistent en/of tolerant tegen ziekten en plagen (biotische stress)							
tegen schimmels en bacterieziekten	X	X	X	X	X	X	X
tegen insecten	X	X	X	X	X	X	X
tegen virussen	X			X	X	X	
tegen aaltjes				X		X	X
tegen onkruiden (indirect door plantstructuur, bijv. snel bodembedekkend of juist opstaande bladeren waardoor mechanische onkruidbestrijding mogelijk is)						X	X
tegen herbiciden							
secundair metabolisme (ivm afweer)							
passieve resistentie (door waslaag, cuticula, trichomen = haren, etc)			X				
planthormonen die invloed hebben op het afweermecanisme (salicylzuur, jasmonzuur en ethyleen)	X	X	X	X	X	X	X
intrinsieke weerbaarheid	X	X	X	X	X	X	X