



In het aardappelonderzoek en de aardappelveredeling hebben knollen altijd meer aandacht gekregen dan de wortels. Op zich begrijpelijk. Toch is kennis van het wortelstelsel belangrijk om gericht te kunnen werken aan robuuste rassen; rassen die beter presteren onder abiotische stressomstandigheden, zoals droogte, zout, wateroverlast of een lagere stikstof-input. Onderzoeker Jan Henk Venema van de RUG werkt hieraan.

RUG-onderzoeker Jan Henk Venema:
"We beginnen de interactie te begrijpen tussen wortels en het bodemmilieu."

Zoeken naar worteleigenschappen voor robuustere aardappelrassen



Zoeken naar worteleigenschappen voor robuustere aardappelrassen

Nee, het is deze keer niet de Wageningse campus die we bezoeken om meer te horen over aardappelonderzoek. In de Linnaeusborg op de Zernike Campus van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG), houdt Jan Henk Venema zich sinds 2017 bezig met de wortels van de aardappelplant. In de kasruimte, die tegen het pand is aangebouwd, toont hij potten met grof zand waarin verschillende aardappelrassen net boven de grond komen. Ze worden de komende weken blootgesteld aan water met verschillende zoutconcentraties, waarna hij in kaart zal brengen hoe het wortelstelsel hierop reageert. De als plantenfysioloog opgeleide onderzoeker werkt bij een onderzoeksgroep die interacties bestudeert tussen planten en hun omgeving, zowel wilde planten als cultuurgewassen. Enkele jaren gele-

den werkte Venema aan een methode voor de selectie van robuuste onderstammen in tomaat, waarbij het ook draaide om de wortelontwikkeling. Met hulp van POP3-geld (Europees geld dat via de provincies wordt verdeeld) wordt dit onderzoek nu geëxtrapoleerd naar de aardappel. Want ook in de aardappelteelt groeit de behoefte aan robuuste rassen, door toenemende weersextremen, oprukkende verzilting en steeds scherper geworden bemestingsnormen. Het gaat om een driejarig onderzoeksproject, waarbij drie noordelijke veredelaars betrokken zijn: Fobek, Biemond en Mansholt. Zij leverden de rassen die in het onderzoek gebruikt worden en kennen de verschillen in het veld. Venema richt zich op de fundamentele kennis. "We willen in kaart brengen hoe de plant zijn wortelstelsel aanpast en welke fysio-

logische verschillen hieraan ten grondslag liggen", legt de onderzoeker uit. "Als we dit straks weten, kunnen we gericht op zoek gaan naar de genen die dat reguleren, en kunnen de veredelaars straks sneller sterkere rassen vinden, via merkertecnologie. Verder zijn er nog altijd veel vragen over hoe aardappelplanten nu precies omgaan met abiotische stress, zoals droogte, zout, stikstofgebrek en een teveel aan water. We willen de mechanismes erachter weten."

Gepamperd

Venema begon afgelopen jaar met het screenen van dertig rassen, die hij onderwierp aan verschillende niveaus van stress. Wat meteen opviel, is dat rassen onder ideale groeiomstandigheden weinig verschillen laten zien in de wortel-spruitverhouding. "Zolang je ze pam-



Wat er gebeurt met de wortels als een aardappelplant langdurig natte voeten heeft? De linker bak op de foto laat dat zien. Rechts een controleplant. Te zien is dat met name de dieper liggende basaalwortels (linker hoopje wortels per plaat) het niet overleven, vanwege gebrek aan zuurstof. Van de hoger gevormde stolonwortels (het meest rechter hoopje wortels per plaat) overleven er meer. Te verwachten is dat rassen met meer van dit type wortels, bestendiger zijn tegen overstroming.



Zoeken naar worteleigenschappen voor robuustere aardappelrassen

pert, is de variatie klein. De verhouding tussen de ondergrondse (wortel-) en bovengrondse (spruit-) massa is dan ongeveer 0.25:1. Pas onder stress worden de verschillen zichtbaar. Bij droogte maakt een aardappelplant relatief meer wortels en minder loof, maar het ene ras beduidend meer dan het andere. Sommige rassen reageren met wel 200 procent toename van de wortel-spruitverhouding. Andere blijven steken op slechts 15 procent”, schetst Venema. Deze toename onder droogtestress bleek, niet geheel verrassend, ook nog eens sterk afhankelijk van de kasttemperatuur. Op basis van de gevonden verschillen selecteerde hij negen genotypen, die hij dit jaar in meer detail bestudeert. “Je hebt rassen met langere wortels, dikkere wortels of die juist meer wortels aanmaken. Langere, dunne wortels geven meer kans om water te vinden, maar het is vaak wel een ‘goedkoop’ wortelstelsel; het bestaat uit minder cellagen en heeft een minder goed vermogen door te dringen in sterk verdichte bodems”, geeft de onderzoeker als voorbeeld. Verder reageren planten ook op abiotische stress met aanpassingen in het loof. Ook daar wil de onderzoeker graag de vinger achter krijgen, want dit kan samenhangen met veranderingen onder de grond. Het is een complex verhaal, volgens Venema: “De aanpassingen van de plant aan abiotische stressfactoren worden aangestuurd door de hormoonbalans, waarbij meerdere genen betrokken zijn. De kunst voor ons is om de zogeheten master switch-genen te identificeren; sleutelgenen die dit soort processen regelen.”

Opbrengstcomponent

Wat kan hij in grote lijnen zeggen over de manier waarop planten hun wortels aanpassen aan de verschillende vormen van stress? Bij droogte reageert een plant met meer wortelmassa en gaan er dus relatief minder bouwstoffen naar loof en knol. “Minder bladoppervlak betekent minder verdamping, maar ook minder fotosynthese en dus opbrengst. Over die relatie willen we meer weten, want veredelaars hebben niets aan een robuuste plant die geen opbrengst geeft.” Het viel de onderzoeker erg mee toen hij hoorde

AARDAPPELPLANT MAAKT MEERDERE TYPEN WORTEL

Hoe ontwikkelen de wortels van een aardappelplant zich? De plant vormt eerst een basaalwortel, het hoofdwortelstelsel, dat direct de diepte in groeit en zorgt voor verankering en vochtopname. De primordia ervan zijn al als puntjes te zien op de lichtkiemen van aardappelen. Op de stengels van de plant vormen zich de zogeheten adventiefwortels, die dus hoger in de rug worden gevormd. Bij zuurstofloosheid door wateroverlast onder in de rug, gaat de plant compenseren en wordt de ontwikkeling ervan sterker gestimuleerd. Dan zijn er nog de stolonwortels. Die ontstaan op het knooppunt van de stengel en het stolon. De wortels die het stolon zelf maakt heten stolonzijwortels. De precieze functies van de verschillende wortels zijn niet helemaal met een schaartje te knippen, maar vermoed wordt dat de wortels aan de stolonen onder andere een belangrijke rol spelen bij het opnemen van calcium. Ook stolonwortels kunnen de diepte in gaan. Dat heeft een positief effect op de prestaties van de plant. Van begin af aan voorzien de basaalwortels het loof van de plant van vocht. Wanneer de basaalwortels in het lab gekleurd water krijgen toegediend, is dat rechtstreeks terug te zien in de spruiten. Maar ook de andere wortels kunnen de functie van de basaalwortel voor een deel overnemen en bijdragen aan de vochtvoorziening van het loof. Op het moment dat het aardappelgewas overgaat tot het vullen van de knollen, ‘bulking’, neemt de wortelgroei sterk af en richting het afrijpen kan de plant zijn wortels zelfs voor een deel ‘opeten’. Vanwege die veranderingen, richt Venema zich in zijn onderzoek op de eerste fase van de ontwikkeling. Naast wortelmassa, wil hij ook verschillen in opbouw en samenstelling van de wortels in kaart brengen.



De primordia van de kiemen zijn al als puntjes te zien op de lichtkiemen van aardappelen.

over de gemiddelde opbrengsten die er in het droge en warme jaar 2018 behaald zijn. “Op onberegende percelen is er zo’n 25 tot 30 procent minder geoogst dan normaal. Dat laat zien dat een aardappel heel wat kan hebben.”

Over hoe een aardappelplant qua wortelontwikkeling omgaat met een overmaat aan zout is heel weinig bekend. Zelfs bij zandraket (*Arabidopsis thaliana*), het modelplantje dat door plantenonderzoekers over de hele wereld binnenstebuiten is gekeerd, zijn de mechanismes nog niet precies in beeld. “De vraag is in hoeverre de wortels een rol spelen bij zouttolerantie. Er zijn wel voorbeelden van aardappelplanten die langere wortels maken

om op zoek te gaan naar zoet water. Maar er zijn ook sterke aanwijzingen dat de plant op een andere manier omgaat met zout. Bijvoorbeeld door het in de stengel op te slaan, in het celvocht van de vacuole, zodat het geen schade doet aan de belangrijke processen (verdamping en fotosynthese, red.) in de bladeren van de plant.”

Tegen te veel water is bijna geen kruid gewassen. Schade treedt vooral later in het seizoen op, als de knollen langer dan 24 uur onder water staan. Toch zijn er eerder in de teelt wel degelijk verschillen tussen rassen. “Je hebt planten waarbij het wortelstelsel bijna compleet wegrot, bij een ander blijft het intact. Het ene ras



Zoeken naar worteleigenschappen voor robuustere aardappelrassen

kan er veel beter tegen dan het andere, en herstelt ook beter”, zegt Venema. De reactie op het aanbod van stikstof is enigszins vergelijkbaar met die op droogte. Planten reageren met dieper wortelen als er rondom de wortels te weinig stikstof is. “De wortels hebben receptoren, waarmee ze de stikstofrijke plekken kunnen identificeren. Ook kunnen ze op die plekken meer zijwortels aanmaken en zo meer stikstof opnemen.”

Naar buiten

Onder gecontroleerde kascondities ziet de Groninger onderzoeker dus allerlei verschillen tussen rassen. Maar wat is daarvan terug te zien in het veld? Dat is de hamvraag. Op het Zilt Proefbedrijf Texel heeft Venema de rassen dit jaar bij verschillende zoutconcentraties laten uitplanten. En op SPNA-proefbedrijf de Kollumerwaard in Munnekezijl ligt momenteel een proef waarbij de rassen worden blootgesteld aan droogte, een lagere N-input en een overmaat aan water. “We willen meer weten over de relatie tussen kas en veld: hoe robuust zijn de verschillen die we vinden? En welke veranderingen in het wortelstelsel in de kas zien we terug in het presteren van de plant buiten op het veld? Vertaalt het zich in sterkere planten en meer opbrengst? Pas dan heeft het zin om op



Welke veranderingen in het wortelstelsel in de kas zien we terug in het presteren van de plant buiten op het veld?, vraagt onderzoeker Venema zich af.

zoek te gaan naar selectiemerkers voor specifieke worteleigenschappen.” Een handicap van het onderzoek van Venema, is dat er gewerkt wordt met knollen. “Knollen hebben een geheugen. Je kunt maar één seizoen onderzoek doen aan dezelfde knollen, daarna heb je te maken met een nieuwe partij. Ook als dat hetzelfde ras is, kunnen er onder invloed van abiotische teelfactoren zoals droogte verschillende genen ‘aan’ en ‘uit’

staan (epigenetica). Bovendien zijn de meeste aardappelrassen tetraploïd; hij heeft vier sets genen. Zo’n grote verzameling genen geeft heel veel ruis.” Venema is daarom blij dat hij via een ander project betrokken is bij een onderzoek aan de hybride aardappel, dat dit najaar van start zal gaan. Het gaat om een onderzoek binnen het partnership NWO-domein TTW-Holland Innovative Potato, waarbij onder meer WUR en Solynta zijn betrokken. “Dit komt dichterbij mijn onderzoek in tomaat. Omdat je met diploïd materiaal werkt, kun je sneller verbanden opsporen. Bovendien kun je meerdere jaren met het zaad van dezelfde partij proeven doen.” Voor een fundamenteel onderzoeker als Venema biedt dat meer mogelijkheden om robuuste verbanden aan te tonen. Aan de andere kant leert hij in het Groningse onderzoek veel van het contact met de veredelaars, die de verschillen tussen hun rassen als geen ander kennen. “Aan de hand van hun ervaring houden telers en veredelaars natuurlijk al langer rekening met verschillen tussen rassen. Ik hoop dat ik straks handvatten kan geven voor het maken van een snellere screening van nieuwe genotypen met gewenste worteleigenschappen.” ●



De onderzoeker hoopt dat hij straks handvatten kan geven voor het maken van een snellere screening van nieuwe genotypen met gewenste worteleigenschappen.

Egbert Jonkheer