

Wateractiviteit: Sleutel tot kwaliteit

Wateractiviteit als essentiële parameter voor productkwaliteit

Water fungeert als basisingrediënt in allerlei sectoren, van voedingsnijverheid tot cosmetica- en farmaceutische industrie. Het belang van wateractiviteit is dan ook niet te onderschatten, maar wat houdt het precies in?

Wat is wateractiviteit?

Wateractiviteit behelst de hoeveelheid vrije watermoleculen in een product, waarbij de interactie tussen beide kan leiden tot microbiële groei (Reid, 2007). De vermenigvuldiging van zulke micro-organismen, waaronder bacteriën en schimmels, kan ongewenste effecten opleveren en daardoor de productkwaliteit in het gedrang brengen. Het vrije water kan immers de textuur, kleur, geur en smaak aantasten, waardoor producten sneller bederven en ongeschikt worden voor consumptie (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020). Om zulke risico's uit te sluiten en de microbiële veiligheid tot de houdbaarheidsdatum te kunnen garanderen, is de meting van wateractiviteit cruciaal. Zo remt een Aw-waarde kleiner dan 0,80 bijvoorbeeld de enzymatische activiteit af die kan resulteren in bruinverkleuring, en kan vetoxidatie vermeden worden bij een Aw-waarde tussen 0,40 en 0,50. Andere factoren die de ontwikkeling van micro-organismen beïnvloeden, zijn de zuurtegraad, temperatuur en concentratie van opgeloste stoffen, bijvoorbeeld suikers en zouten in het vrije water. Daarenboven spelen de bewaaromstandigheden van het product en barrièrekenmerken van het verpakkingsmateriaal een rol.

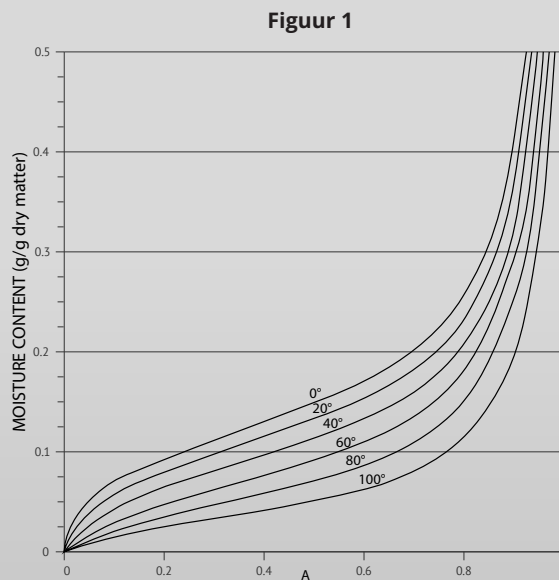
Aangezien de Aw-waarde zo bepalend is voor de microbiële groei, is wateractiviteit absoluut een kritische parameter, die bovendien in Europa geïmplementeerd werd omstreeks 1980 en daarna ook in de FDA-regelgeving werd opgenomen. Daarnaast is het een essentiële maatstaf binnen het HACCP hygiëneconcept. Hierbij moet wel een onderscheid gemaakt worden tussen wateractiviteit en relatieve vochtigheid. Die laatste parameter omvat de som van de gebonden en vrije watermoleculen en dus de totale hoeveelheid water in een product (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020).



Het belang van wateractiviteit gedurende het productieproces

Om de productkwaliteit te garanderen, zijn producenten van humane voeding, diervoeding, cosmetica of farmaceutische producten genoodzaakt de wateractiviteit te meten (Fontana & Campbell, 2007). Het monitoren hiervan speelt een essentiële rol in het productieproces, niet enkel voor het eindproduct, maar van meet af aan (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020). Daarom is het belangrijk om al van bij de ontvangst van de grondstoffen de productieketen te controleren. Zo is het aangeraden om de Aw-waarde van alle gebruikte ingrediënten te kennen, aangezien ze de basis vormen voor het afgewerkte product, en sporen en bacteriën kunnen bevatten. Als bestanddelen met een verschillende Aw-waarde samengevoegd worden, kan er watermigratie optreden van het product met de hoogste Aw-waarde naar dat met de laagste. Dit leidt tot een textuurverandering en bijgevolg tot de degradatie van ingrediënten, wat het productieproces grondig kan verstoren. Bij poeders kan het bijvoorbeeld aanleiding geven tot klontervorming.

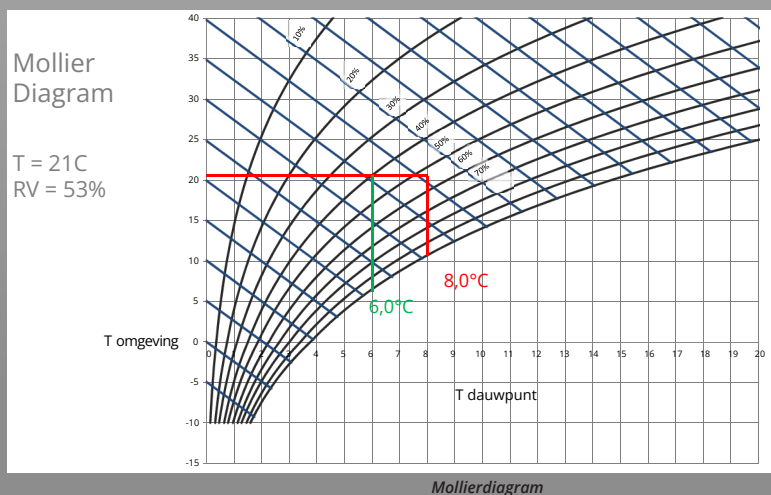
Hier dient het begrip ‘isotherm’ zich aan, met name de grafiek van het totale vochtgehalte over de Aw-waarde, waardoor het kritisch Aw-punt bepaald kan worden (Mathlouthi, 2001; cf. figuur 1). Vooraleer men producten gaat mengen, is het essentieel om dit punt vast te stellen. Men kan dit uiteraard zelf berekenen, maar ook toestellen om wateractiviteit te meten, kunnen hierbij nuttig zijn. Sommige Aw-meters hebben immers de optie om de Aw-waarde te combineren met een analytische balans en het totale vochtgehalte mee in rekening te brengen. Het kan als producent eveneens nuttig zijn om met leveranciers van de grondstoffen te onderhandelen over de Aw-waarden van de producten, en de limieten hiervoor vast te leggen (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020).



Desorptie-isothermen van aardappelschijfjes bij verschillende temperaturen. Van Gorling, P. (1958) in Fundamental Aspects of the Dehydration of Foodstuffs. Society of Chemical Industry, London, pp 42-53.

Bij de aankomst van de bestanddelen is het daarnaast vaak zinvol om de totale waterhoeveelheid na te gaan, want dit heeft natuurlijk invloed op het gewicht. Men wil immers niet betalen voor overtollig water, maar voor de ‘value’, en dus voor het product zelf. Andere stappen van het productieproces, zoals het drogen of afkoelen van ingrediënten, dragen eveneens een risico in zich, omdat ze invloed hebben op de kwaliteit van het eindproduct (Mathlouthi, 2001). Vaak heeft men de neiging om het droogproces te versnellen om tijd te winnen. Dat heeft echter als effect dat enkel de buitenkant droogt, waardoor er geen thermodynamisch evenwicht bereikt wordt binnenin het product, en er dus aan de buitenzijde minder vocht aanwezig is dan aan de binnenkant. Als de Aw-waarde direct na het droogproces gemeten wordt, meet men in feite een te lage waarde. Bovendien zet de migratie van het vrije water zich intussen voort van de binnen- naar de buitenzijde, wat vanzelfsprekend ten koste gaat van de kwaliteit. Als men de producten bij kamertemperatuur laat drogen, moeten er ook voorzorgen genomen worden. Zo is het een vereiste om de Aw-waarde van het product te kennen, net zoals de temperatuur in de productie- of verpakingsruimte. Indien producten gekoeld worden, bijvoorbeeld via een koeltunnel, komt er een andere belangrijke parameter aan bod. Het gaat om het dauwpunt, dat de temperatuur omvat waarbij 100% luchtvochtigheid bereikt is, en dat bepaald wordt door de kamertemperatuur en luchtvochtigheid (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020). Als een product een lagere temperatuur heeft dan dat dauwpunt, treedt er beslist condensatie op, terwijl het juist essentieel is dit te vermijden op het moment dat het product verpakt wordt. Ook het omgekeerde geldt: als het product een hogere temperatuur heeft dan het dauwpunt zal er geen condensatie optreden. Deze koelingsparameters kunnen gecontroleerd worden aan de hand van een Mollierdiagram (cf. figuur 2).

Figuur 2



Tot slot is ook na de productie waakzaamheid geboden. Om alsnog problemen te voorkomen, moet er voldoende aandacht besteed worden aan de verpakking, het transport en de opslag (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020). De producent moet zorgvuldig de juiste verpakking kiezen. Een goede oplossing is bijvoorbeeld het principe van ‘gas packaging’, dat microbiële groei belet door zuurstof uit het product te verwijderen. Bovendien gaat het oxidatie tegen en resulteert dit in een langere houdbaarheidsdatum.

Wat het transport betreft, kan het belangrijk zijn om te kiezen voor geacclimatiseerd vervoer, afhankelijk van de productaard. Aan de opslagomstandigheden moet tevens de nodige aandacht geschonken worden. Zo moet men rekening houden met de hygroscopische of wateraantrekkende eigenschappen van het product om optimale klimatologische opslagomstandigheden te kunnen verzekeren. Door controle uit te oefenen gedurende al deze stappen van het productieproces, kunnen opduikende problemen op tijd gedetecteerd worden en kan de producent snel actie ondernemen. Finaal komt zo'n werkwijze de geloofwaardigheid van zijn bedrijf enkel ten goede.

Hoe wateractiviteit meten?

Nu geweten is waarmee men allemaal rekening moet houden gedurende de productie, kan er overgegaan worden tot het meten van de wateractiviteit zelf. Om een accurate Aw-meting te verkrijgen, is een correcte staalvoorbereiding een belangrijke voorwaarde (Fontana, 2007). Daarbij moet het product homogeen verdeeld worden in het monsterbakje. Indien het product uit meerdere ingrediënten bestaat, is het aangeraden om het eerst kort te mixen, zodat er een korrelige materie ontstaat. Er kan best wel geen keramische vijzel gebruikt worden, aangezien deze vocht opnemend is. Daarnaast is het afgeraden om te mixen met een blender, want dit voegt warmte toe aan het staal en beïnvloedt bijgevolg de Aw-waarde. De meest doorslaggevende invloedsfactor voor de Aw-meting is weliswaar de temperatuur. Een correct meetresultaat is onmogelijk te verkrijgen zonder deze in acht te nemen (Reid, 2001). Bovendien geldt dat hoe hoger de Aw-waarde van een product is, hoe groter de invloed van de temperatuur hierop is. Een verhelderend voorbeeld uit de voedingsindustrie, namelijk de impact van verschillende temperaturen op de Aw-waarde van aardappelen met een constant vochtgehalte van 25%, toont dit aan:

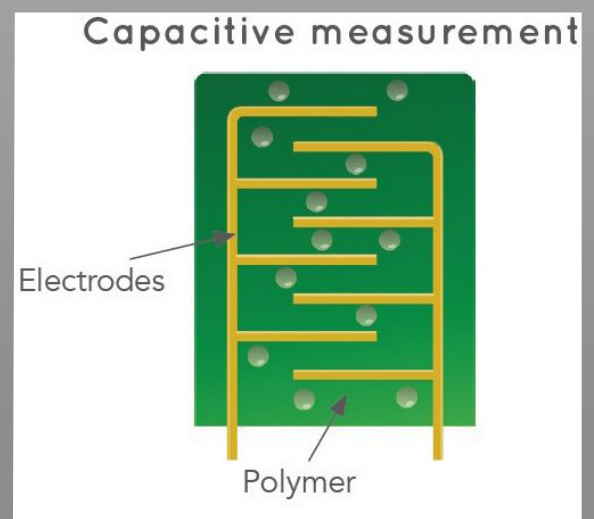
- Aw-waarde bij 0°C = 0.76
- Aw-waarde bij 20°C = 0.80
- Aw-waarde bij 40°C = 0.83
- Aw-waarde bij 60°C = 0.85
- Aw-waarde bij 80°C = 0.90
- Aw-waarde bij 100°C = 0.93

Bovenvermelde resultaten wijzen er dus op dat het van groot belang is om de Aw-waarde te meten in een gecontroleerde temperaturomgeving. Idealiter meet men bij een constante temperatuur van 25°C, overeenkomstig met de Europese eisen voor vleeswaren (ISO-gestandaardiseerd) (Vossen, Bernasconi, & Gernaey, 2020). Indien het product gekoeld is, dient het eerst op kamertemperatuur gebracht te worden om condens en bijgevolg een langere meetduur te voorkomen (Fontana, 2007). Het staal moet in een luchtdichte meetkamer geplaatst worden, waarna er een wisselwerking plaatsvindt tussen het vrije water in het product en de omgevingslucht daarboven. Die uitwisseling bereikt op een gegeven moment een evenwicht (equilibrium), dat afhankelijk is van het type meettoestel (Mathlouthi, 2001). Bij de Novasina Aw-meters is er bijvoorbeeld sprake van een evenwichtstoestand zodra de Aw-waarde met minder dan 0.001 Aw verandert binnen een bepaalde tijdspanne. Als op dat moment de luchtvochtigheid gemeten wordt, is deze gelijk aan de Aw-waarde.

De vier verschillende meetmethodes

De Aw-waarde kan gemeten worden volgens vier verschillende methodes, elk met hun eigen set van voor- en nadelen: het capacitief meetprincipe, het dauwpuntspiegel meetprincipe, het vriespunt meetprincipe en het elektrolytisch meetprincipe (Mathlouthi, 2001). Bij het capacitief meetprincipe, allereerst (cf. figuur 3), zet een polymeer uit bij stijgende luchtvochtigheid, waardoor de capaciteit verandert. De voordelen van deze methode zijn dat ze een directe meting van de luchtvochtigheid toelaat, robuust en eenvoudig is, en een snelle respons oplevert in het bestek van 0,4-0,7 Aw. Nadelig is dat er hysteresis (snelle absorptie en desorptie van het vrije water) kan optreden bij een Aw van 0,015 en extra adsorptie bij een Aw groter dan 0,8, waardoor de hysteresis 0,05 Aw wordt. Daarnaast is de methode minder nauwkeurig en bestaat de kans op chemische contaminatie met beschadiging van de meetcel als gevolg.

Figuur 3

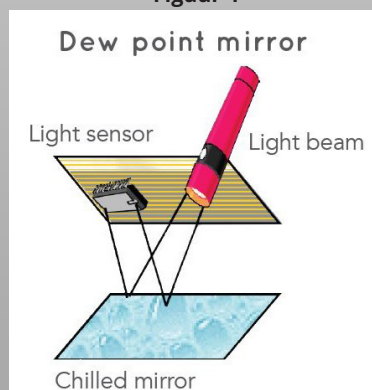


Het dauwpuntspiegel meetprincipe, ten tweede (cf. figuur 4), is een heel accurate en snelle methode op basis van de product- en spiegeltemperatuur, waarbij er sprake is van optische herkenning van condensatie op spiegeloppervlakte (Mathlouthi, 2001). Minpunten zijn het risico bij niet-hygroscopische of samengestelde producten, de grote meetfout bij vluchtige dampen zoals alcohol en glycol, en het noodzakelijke onderhoud van het meettoestel, zoals de spiegel en bewegende delen, die geregeld schoongemaakt moeten worden.

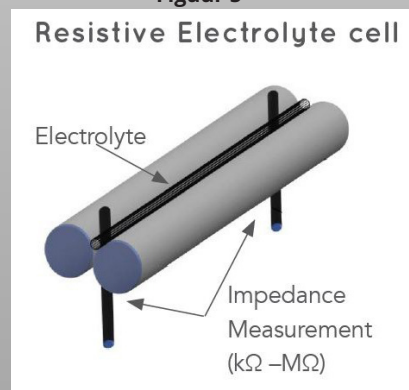
Het vriespunt meetprincipe, als derde, omvat een berekende methode op basis van de tijd die nodig is om de kern van het product te laten bevriezen, waarbij de hoeveelheid water in het product de vriestijd bepaalt (Fontana, 2007). De procedure is nauwkeurig, maar enkel geschikt voor vleesproducten ($A_w > 0,8$) en impliceert ook een risico op fouten bij vethoudende producten.

Bij het elektrolytisch meetprincipe, ten slotte (cf. figuur 5), veroorzaakt een verandering van de luchtvochtigheid een transformatie van de elektrische weerstand tussen twee metalen geleiders. Enkele fundamentele voordelen zijn de directe meting van de A_w -waarde, het uitblijven van hysteresis, en de snelheid die tegelijk gepaard gaat met nauwkeurigheid, met een reproduceerbaarheid van 0,002 A_w . Verder zijn er geen kalibratiekosten aan het meetprincipe verbonden door herbruikbare gecertificeerde zouten, voldoet het aan de FDA 21CFR Part11-eisen en biedt het de mogelijkheid om isothermen te bepalen (Fontana, 2007). Hoewel de methode toegepast kan worden op een breed gamma aan producten, van droge poeders over vloeistoffen tot vluchtige dampen ($<0.003 - 1 A_w$), is de sensor gevoelig voor schadelijke dampen van bijvoorbeeld zuren, bepaalde aroma's of kruiden. Dit euvel kan weliswaar verholpen worden door een extra filter aan te kopen, die een langere levensduur van de sensor oplevert, en die de gebruiker gemakkelijk zelf kan vervangen.

Figuur 4



Figuur 5



Bij Novolab kan u terecht voor de toestellen van Novasina, die functioneren volgens het elektrolytisch meetprincipe.

Kalibratie en onderhoud van A_w -meters

A_w -meters zijn bijzonder geschikt voor de dagelijkse routinebepalingen van wateractiviteit bij de kwaliteitscontrole gedurende het integrale productieproces. De meettoestellen vragen wel enig onderhoud en moeten minstens één keer per maand gekalibreerd worden om kwalitatieve en betrouwbare A_w -metingen te garanderen (Fontana, 2007). Voor elk toestel en de bijbehorende meetmethode is er een specifiek kalibratieproces. Indien u hierover vragen hebt, kan u steeds terecht bij de experts van Novolab.

Referentielijst

Fontana, A. J. Jr. (2007). 'Measurement of Water Activity, Moisture Sorption Isotherms, and Moisture Content of Foods'. In G. V. Barbosa-Cánovas, A. J. Fontana Jr., S. Schmidt & T. P. Labuza (Eds.), *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications* (pp. 155-171). Doi: 10.1002/9780470376454.

Fontana, A. J. Jr. & Campbell, G. S. (2007). 'Applications of Water Activity in Nonfood Systems'. In G. V. Barbosa-Cánovas, A. J. Fontana Jr., S. Schmidt & T. P. Labuza (Eds.), *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications* (pp. 359-372). Doi: 10.1002/9780470376454.

Mathlouthi, M. (2001). 'Water Content, Water Activity, Water Structure and the Stability of Foodstuffs'. *Food Control*, 12(7), 409-417. Doi: 10.1016/S0956-7135(01)00032-9.

Reid, D. S. (2007). 'Water Activity: Fundamentals and Relationships'. In G. V. Barbosa-Cánovas, A. J. Fontana Jr., S. Schmidt & T. P. Labuza (Eds.), *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications* (pp. 15-28). Doi: 10.1002/9780470376454.

Vossen, R., Bernasconi, M., & Gernaey, B. (8 december 2020). Learn More about Water Activity [Webinar]. Pedak, Novasina en Novolab. <https://www.youtube.com/watch?v=0lCrpzag4Ss>.

info@pedak.nl



salesondersteuning



technische ondersteuning

**Neem contact op en ontdek meer over jouw
specifieke toepassing en de mogelijkheden!**

novasina⁺

since 1958