

Friet en chips

-Koude verzoeting-

Inleiding

Waarschijnlijk zijn er maar weinig mensen die te donker gebakken friet of chips lekker vinden. Deze kleur is een gevolg van de aanwezigheid van teveel suikers. Naarmate meer zetmeel in de aardappel wordt omgezet in reducerende suikers (glucose, fructose en sacharose), wordt de kleur van de friet of chips donkerder tijdens het frituren. Maar hoeveel van deze suikers, bijvoorbeeld glucose, zitten er nu eigenlijk in een aardappel die koud of warm bewaard is? Dat is wat je met dit experiment gaat onderzoeken.

Doel

Het bepalen van de hoeveelheid glucose in aardappelen met een verschillende bewaarachtergrond.

Theorie

De aardappelteelt

Aardappels worden in de herfst gerooid. Hierna wordt het land bemest en omgeploegd om het klaar te maken voor alweer de volgende oogst. In de winter gebeurt er weinig: het land rust en grote kluiten worden kleinere brokjes door bevroering. In maart worden pootaardappels bezorgd en deze worden ongeveer in april gepoot. Eerst moet daarvoor de grond verder los gemaakt worden (met een cultivator), de grond wordt nogmaals bemest en dan (met een pootmachine) worden de pootaardappelen in rijen op de grond gelegd en toegedekt met een laagje losse aarde. De rijen worden in mei opgehoogd, zodat er voldoende ruimte is voor de aardappel om te groeien; in de zomer groeit de aardappel immers flink. Valt er dan te veel regen dan kan de boer niet zo veel doen, is het te droog dan zal de boer gaan beregenen. In september worden de aardappelen eindelijk geogst en opgeslagen. Dit gebeurt meestal in schuren, onder gecontroleerde omstandigheden. Vanuit hun opslagplaats gaan de aardappelen naar de aardappelverwerkende industrie of de aardappelhandel.

Aardappelkwaliteit

De weg van aardappeloogst tot het consumeren van aardappels of aardappelproducten is er één waarbij door vele factoren veranderingen in de chemische samenstelling op kunnen treden. Hierdoor ontstaan ook veranderingen in de voedingswaarde van deze producten. Kortom: de kwaliteit wordt beïnvloed. Op deze route spelen twee factoren een belangrijke rol: de aardappelopslag en de keuken. Met name het koken beïnvloedt de fysische



Friet en chips

-Koude verzoeting-

eigenschappen en chemische samenstelling van groenten, en dus ook van aardappelen of aardappelproducten. Het experiment dat hier besproken wordt, richt zich echter alleen op de opslag van aardappelen. Dit gebeurt vaak bij de boer zelf, die daardoor het tijdstip van de verkoop van de aardappelen kan sturen. Maar natuurlijk is er langere opslag, want de aardappels worden niet in alle gevallen direct verwerkt. Dit is vooral het geval bij tafelaardappels: de gekookte aardappels.

Opslag en koude verzoeting

Opslag kan op drie manieren chemische veranderingen bij de aardappel teweegbrengen: via de begintoestand van de aardappel, via de duur van de opslag en via de duur van de condities gedurende de opslag. Hierdoor kunnen het gewicht van aardappels en kwaliteitseigenschappen als smaak, verschijning, textuur en chemische samenstelling beïnvloed worden.

Eén van de vereisten die gesteld wordt aan aardappels die bestemd zijn voor verwerking, is dat zij een lage concentratie aan suikers hebben gedurende een langdurige opslag. Voor het minimaliseren van de kans op ziekten of het verschijnen van uitlopers is een lage bewaartemperatuur noodzakelijk. Dit kan echter tot consequentie hebben dat in de aardappel de concentratie aan reducerende suikers toeneemt. Dit verschijnsel wordt koude verzoeting genoemd. Dit heeft tot gevolg dat wanneer aardappels verhit worden, zij donker kleuren. De ideale bewaartemperatuur hangt onder andere af van het type product waartoe aardappels verwerkt worden. Mocht tijdig bekend zijn dat aardappels te lijden hebben onder een te lage temperatuur, dan is het soms mogelijk om de toename van de suikers te stoppen en weer af te laten nemen door met de temperatuur te 'spelen' voorafgaand aan verwerking.

Bepaling van de hoeveelheid zetmeel

De twee belangrijkste componenten van aardappels zijn zetmeel en water. Zetmeel maakt het grootste deel uit van de droge stof (niet water) in de aardappel. Gezien het belang van de hoeveelheid zetmeel voor de kwaliteit, is het voor zowel boer als frietfabriek interessant om dit te kunnen meten.

In de praktijk wordt dit gedaan door het zogenaamde onderwatergewicht te bepalen: een maat voor het droge stofgehalte en dus tevens een indicatie voor het zetmeelgehalte. Deze bepaling is gebaseerd op de Wet van Archimedes: een voorwerp ondergedompeld in een vloeistof of een gas wordt schijnbaar lichter. De schijnbare gewichtsvermindering is gelijk aan het gewicht van de vloeistof die door het voorwerp wordt verdrongen. Archimedes (Grieks wis- en natuurkundige uit 287 v.C.) heeft dit zelf in bad liggend ontdekt. Dit verklaart ook waarom mensen blijven drijven op het zoute water van de Rode Zee: de soortelijke dichtheid van mensen is lager dan die van het zoute water.

Het onderwatergewicht van aardappels is het gewicht van 5 kg gewassen en gedroogde aardappels onder water. Dit kun je meten door op een balans op één van de armen 5 kg aardappels in een maatbeker water te zetten en te kijken hoeveel gewicht op de andere



Friet en chips

-Koude verzoeting-

arm moet (in eenzelfde maatbeker) om de balans in evenwicht te houden. Een praktijkvoorbeeld. Om aardappels met een onderwatergewicht van minder dan 285g/5kg te selecteren, wil je een zoutoplossing waarbij deze aardappels blijven drijven. Het gaat dan om aardappels met een soortelijk gewicht van minder dan ongeveer 1.06g/ml. Je hebt nu een zoutoplossing nodig met een soortelijke dichtheid van 1.06g/ml, vergelijkbaar met 1 kg zout op 11,1 l. Wat blijft drijven heeft een onderwatergewicht lager dan 285g/5kg.

Voor frietverwerking is een onderwatergewicht tussen 380 en 420g/5 kg aardappels ideaal. Voor chips is dit minimaal 400g/5 kg aardappels. Is het onderwatergewicht te laag dan zijn de frieten te nat of te week en absorberen ze te veel olie; is het te hoog dan wordt de friet te hard en te droog.

Maar hoe kun je ook een indicatie van het zetmeelgehalte krijgen? Door eenvoudigweg het soortelijk gewicht en de soortelijke dichtheid te bepalen.

1. Soortelijk gewicht

Elk voorwerp heeft zijn eigen soortelijk gewicht. Het soortelijk gewicht is de massa (gram) gedeeld door volume (liter). Water heeft altijd een soortelijk gewicht van 1000 g/l. De aanwezigheid van zetmeel en de schil leidt ertoe dat een aardappel dan ook altijd een soortelijk gewicht hoger dan 1000 g/l zou moeten hebben. En hoe meer zetmeel, hoe hoger het soortelijk gewicht.

2. Soortelijke dichtheid

Aardappels met een te laag onderwatergewicht zijn niet bepaald geschikt om lekkere friet van te maken. In een zoutwaterbad blijven de aardappels met een lagere soortelijke dichtheid dan die van het zoute water drijven, de *drijvers*.

Bepaling van het suikergehalte

Versillende onderzoeken in bijvoorbeeld Amerika en Nederland hebben aangetoond dat een aardappel die gedurende dezelfde periode koeler wordt bewaard dan een andere aardappel van dezelfde variëteit, een toegenomen concentratie aan sucrose, fructose en glucose heeft. Dit geldt in meer of mindere mate voor alle variëteiten. De vorming van deze suikers gaat ten koste van het zetmeelgehalte.

De concentratie aan suikers kan nauwkeurig maar ingewikkeld gemeten worden: met de HPLC-methode (high pressure liquid chromatography), een methode waarbij chromatografie toegepast wordt. In dit experiment echter krijg je op een simpelere manier een indicatie van de hoeveelheid glucose in aardappels. En wel op de manier waarmee bijvoorbeeld ook de hoeveelheid glucose in urine gemeten kan worden. Door het waarnemen van een kleuromslag op een indicatorstrookje, wordt een traject van waarden aangegeven waarbinnen de hoeveelheid glucose in de 'proef' aardappel valt.



Friet en chips

-Koude verzoeting-

Uitvoering

Materialen

- Smalle maatbeker van 2 liter
- Koud kraanwater
- Aardappelschilmesje
- Weegschaal
- Rekenmachine voor uitrekenen soortelijk gewicht
- Drie maatbekers van 2 liter met een NaCl (zout)-oplossing van 100, 125 resp. 150 g NaCl/ 100 g water
- Lichtmicroscop
- Objectglasjes
- Scheermesjes
- Kaliumjodide-oplossing met pipet
- Aardappels van verschillende bewaartijden, eventueel van diverse rassen

Veiligheid

Dit experiment dient altijd uitgevoerd te worden onder begeleiding van een docent of toa. Wageningen University aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade die voortvloeit uit het verrichten van dit experiment buiten de campus van Wageningen University.

Beschrijving

1. Je bepaalt het *soortelijk gewicht* en noteert je resultaten in Tabel 1.
2. Vul de maatcilinder ongeveer halfvol met water. Noteer dit aantal ml water.
3. Kies een aardappel die gemakkelijk in de maatcilinderbeker past. Je kunt de aardappel kleiner maken om hem te laten passen; dit heeft hier nauwelijks gevolgen. Liever niet natuurlijk. Weeg nu de aardappel, noteer het gewicht. Zowel de aardappel als de weegschaal moet daarvoor droog zijn. Met de 'tarra' knop op de weegschaal, weegt de weegschaal vanaf 0 g.
4. Laat de aardappel in de maatbeker naar beneden zakken. Wanneer hij onder water is meet en noteer je opnieuw de waterstand. Laat geen water uit de maatbeker spatten.
5. Bereken tot slot het soortelijk gewicht (s.g.) en noteer deze ook in Tabel 1.
S.g. = massa aardappel (g) / volumeverschil in maatbeker (l).
6. Om de *soortelijke dichtheid* te bepalen doe je de aardappels één voor één in de maatbekers met verschillende NaCl-concentraties.
7. Noteer in Tabel 2 bij welke van de concentraties jouw aardappel blijft drijven, zinkt of blijft zweven.
8. Om het *glucosegehalte* te bepalen, druk je met een indicatorstrookje op het nog vochtige snijvlak van de aardappel.
9. Op het buisje van de indicatorstrookjes kun je per indicatorkleur aflezen hoeveel glucose ongeveer in het wondvocht van de aardappel zit. De resultaten vermeld je in Tabel 3.



Friet en chips

-Koude verzoeting-

10. Nu ga je op celniveau kijken naar de hoeveelheid zetmeel en bekijk je onder de lichtmicroscop de *zetmeelkorrels*.
11. Je snijdt eerst met een scheermesje een dunne coupe van de aardappel en je legt dit op een objectglaasje.
12. Je druppelt met pipet een beetje kaliumjodide op deze coupe. Dit bindt aan zetmeel; zetmeel kleurt dan blauw.
13. Het objectglaasje leg je onder de lichtmicroscop. Wanneer je met de kleinste vergroting de microscop scherp stelt, dan zie je de korrels al helder. Let op: zorg ervoor dat de lens de vochtige aardappelcoupe niet raakt!
14. Zie je verschillen tussen aardappels die warm en koud bewaard zijn?
15. Vermeld je resultaten op het schoolbord zodat de resultaten van jouw groepsgenoten klassikaal besproken kunnen worden.

Resultaten

Soort aardappel	Massa aardappel (g)	Eerste meting volume (l)	Tweede meting volume (l)	Soortelijk Gewicht

Tabel 1. Berekening van het soortelijk gewicht

Soort aardappel bij g NaCl/ 100 g water* bij g NaCl/ 100 g water* bij g NaCl/ 100 g water*

Tabel 2. Indicatie van de soortelijke dichtheid

* Vul hier *zinkt*, *zweeft* of *drijft* in en vervolgens de concentratie van het zoute water. Zorg ervoor dat binnen jouw groep dezelfde eenheid gebruikt wordt.



Friet en chips

-Koude verzoeting-

Soort aardappel	Traject bij eenheid:	Traject bij eenheid:

Tabel 3. Indicatie van het glucosegehalte

Zorg ervoor dat binnen de groep voor alle metingen dezelfde vorm van antwoorden gebruikt wordt.

Vragen

1. Wat vind je van de betrouwbaarheid van het experiment?
2. Op welke punten zou je deze kunnen verbeteren?
3. Komen uit je resultaten de gevolgen van koude verzoeting voor het zetmeel- en glucosegehalte naar voren? En zo niet, hoe kan dat verklaard worden?
4. Welke voor- en nadelen zijn verbonden aan koude verzoeting?



Friet en chips

-Koude verzoeting-

De volgende vraag is van toepassing wanneer je ook het andere 'Friet en chips' - Bakkwaliteit van aardappels- experiment hebt uitgevoerd:

5. Je hebt nu, als het goed is, gezien wat koude verzoeting inhoudt en in combinatie met het experiment 'Bakkwaliteit van aardappels' heb je een idee gekregen van de gevolgen van koude verzoeting. In hoeverre zijn deze resultaten nu werkelijk te verklaren door een oorzakelijk verband: wat zou een betere proefopzet kunnen zijn?

Oriëntatie op vervolgonderwijs

Het onderwerp van dit experiment kom je ook tegen in de volgende opleidingen van Wageningen University:

- Agrotechnologie
- Bedrijfs- en Consumentenwetenschappen
- Levensmiddelentechnologie
- Plantenwetenschappen
- Voeding en Gezondheid

Kijk voor meer informatie op www.wageningenuniversity.nl/studiekiezer.

