

# Zuurkool op school, conserveren door fermenteren

bron: [www.humble-bee.nl](http://www.humble-bee.nl), 11 juni 2010, J v Draanen

Dit artikel verscheen in het blad NVOX van januari 2004. Hiervoor werd de NVOX prijs van 2005 gegeven, zie NVOX mei 2005)

## Inleiding

Realiseren we ons tegenwoordig wel waar onze groenten vandaan komen? Als we in de winter naar de groenteman gaan dan ligt er sla, gekweekt in kassen met behulp van kubieke meters gas. Of je vind er sperziebonen uit Egypte, hier gebracht met liters kerosine. Honderd jaar geleden kende men deze luxe niet. De mensen waren afhankelijk van wat het seizoen te bieden had. In de winter was dit in de winter niet veel meer dan boerenkool, krotten, peen, uien, gedroogde bonen en erwten. En dan was er de inmaak, sperziebonen in het zout en ..... zuurkool.

Als wij aan de oudere generaties vragen of er thuis zuurkool werd gemaakt zul je horen dat met name op het platteland dit vaak gebeurde. Zuurkool was een belangrijk eten voor in de winter.

Zelf zuurkool maken is best een leuke bezigheid, iets wat je makkelijk zelf kunt doen. Als je een beetje schoon en netjes werkt lukt het prima.

Het is fascinerend om te zien en te ruiken hoe geschaafde kool in enkele weken tijd verandert in zuurkool.

Zuurkool is bij de mensen al heel lang bekend. Er gaan verhalen dat bij de bouw van de Chinese muur (200 v Chr) men al zuurkool at.

Het verhaal gaat als volgt. De tartaren (een Mongools ruitervolk) vonden het maar lastig om de witte kool mee te slepen op hun tochten. Daarom werd de kool fijn gesneden zodat het beter te vervoeren was in hun zadeltassen.

Tot hun verbazing bleek na een aantal weken dat de gesneden kool aangenaam zuur van smaak was geworden. De bezweten paardenruggen tegen de zadeltassen met de gesneden witte kool zorgde voor een natuurlijke fermentatie.

Dit proces kon nagebootst worden door gesneden kool met wat zout te mengen.

Wat hier allemaal van waar is?

Het volgende verhaal is zekerder:

De Britse ontdekkingsreiziger James Cook (1775) kwam er achter dat zuurkool zijn bemanning behoeft tegen darmklachten, scheurbuik en andere deficiëntieziekten.



Koolschaaf

## Wat is zuurkool?

Zuurkool is het resultaat van natuurlijke fermentatie door bacteriën die van nature op de koolbladen voorkomen in de aanwezigheid van 2 tot 3 % zout. Het belangrijkste product van de fermentatie is melkzuur.

De toevoeging van het keukenzout en het onder druk zetten door verzwaring van de afdekking bevorderen de afsluiting van lucht, de uittreding van celvocht en een goede gistingssnelheid.

## Hoe gemaakt?

Zuurkool wordt gemaakt uit witte kool. Het procédé is vrij eenvoudig. De kool wordt geschaafd en in laagjes in een stenen pot gebracht. Op ieder laagje strooit men keuzenzout en dan drukt men de kool laag voor laag aan tot het vocht er uitkomt.

Als dit gebeurd is gaat de gisting heel snel. In vier uur tijd kan de pH dalen van 6,1 naar 5,8. Enkele dagen later is de pH nog een stuk lager. (Zie ook de bijgaande grafiek)

Melkzuurbacteriën zetten de diverse suikers die van nature in de kool voorkomen om in melkzuur. Dit zuur geeft aan zuurkool zijn kenmerkende smaak. Om de smaak nog verder te verbeteren kunnen ook jeneverbessen en karwijzaad (komijn) worden toegevoegd.

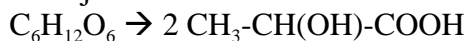
Bij frequenter gebruik wordt de zuurkool in speciale gistingsvaten bereid. Die bestaan uit een geglazuurd stenen vat met een gootje, twee halvemaanvormige verzwarende stenen en een deksel met kleine inkervingen. De inkervingen in het deksel en het water in het gootje verhinderen dat er lucht bij de kool kan komen. Voor een goede gisting mag er geen zuurstof in het vat aanwezig zijn. De verzwarende stenen verhinderen dat het schaafsel tijdens de gisting gaan zwellen en zorgen er voor dat er geen zuurstof bij komt.

Ook het gat in het deksel maakt het ontwijken van gasvormige gistingproducten mogelijk. De druk bewerkstelligt, samen met het zout, dat de vloeistof uit de koolcellen treedt en de restlucht tussen het schaafsel verdringt. Onder zulke anaërobe condities kan de natuurlijke bacteriënfloora van de witte kool zonder toevoeging van andere stoffen de koolhydraten (voornamelijk fructose) vergisten tot melkzuur, azijnzuur en koolstofdioxide.



Zuurkoolpot

Dit zijn de formules van fructose en melkzuur.



Bij de vergisting worden door enzymatische afbraak ook verschillende andere smaak- en geurstoffen gevormd, die door zuurkoolhaters ook wel stinkstoffen worden genoemd. Het is met name boterzuur wat hier verantwoordelijk voor is.

## Bestanddelen van zuurkool

Stof	Gehalte in %
water	90,7
stikstofverbindingen	1,5
vetten	0,3
koolhydraten	3,9
melkzuur	1,1 – 1,3
azijnzuur	0,28 – 0,42
mineralen behalve NaCl	0,6
NaCl	0,8 – 3,3
ethanol	0,29 – 0,61
vitamine C (in mg per 100 g)	10 - 38

## Doel van het zout toevoegen

Het toevoegen van het zout heeft een tweërlei doel.

De eerste is dat door de hogere osmotische waarde er water en andere voedingsstoffen uit de koolbladeren trekken. Dit sap is een excellent groeimedium voor de bacteriën die de fermentatie veroorzaken.

Het tweede doel van het zout toevoegen is dat het de groei van allerlei verkeerde en slechte micro-organismen verhindert.

Een gelijke verdeling van het zout komt kritisch. Plaatselijk te veel of te weinig zout geven niet de gewenste fermentatie.

## Wilde fermentatie

Er worden aan het begin geen startercultures toegevoegd. We noemen dit proces een wilde fermentatie. De normale flora op de koolbladeren bevat organismen die verantwoordelijk zijn voor de fermentatie. Er zijn verschillende soorten bacteriën verantwoordelijk voor de fermentatie.

De groei van melkzuurbacteriën gaat de groei van allerlei andere bacteriën die in veel grotere aantallen op de bladeren van verse groenten voorkomen tegen. Het snelle dalen van de pH zorgt er voor dat de melkzuurbacteriën de rest van de microbacteriële flora niet meer doen groeien. Een opeenvolging van verschillende melkzuurbacteriën wordt voornamelijk bepaald door de gevoeligheid van de bacteriën voor de zuurgraad.

*Leuconostoc mesenteroides* groeit totdat de zuurgraad begint te dalen. Dan neemt *Pediococcus cerevisiae* het over, gevolgd door *Lactobacilles brevis*.

Uiteindelijk maakt *Lactobacilles plantarum*, de meest zuurtolerante bacterie de fermentatie af.

De zuurgraad bepaalt de groeisnelheid van de melkzuurbacteriën. Ook de volgende factoren beïnvloeden de mate van fermenteren: de zoutconcentratie, temperatuur, chemische toevoegingen, natuurlijke remstoffen die van nature in de plant voorkomen, het blootstellen van de kool aan lucht en licht, de concentratie van suikers en de beschikbaarheid van andere voedingsmiddelen.

## Zuurkool in Nederland

In Nederland komt zuurkool onder andere van Kramer & Zoon in Zuid-Scharwoude. Dit is in de kop van Noord Holland. De witte kolen van ongeveer 4 kg per stuk worden op het land geoogst. Met trekkers naar de fabriek gebracht. Hier worden ze ontdaan van de buitenste bladeren die meest wat beschadigd zijn tijdens het transport. Daarna worden ze op z'n kop in een houder geplaatst. Het hart wordt er dan uit verwijderd. Ze worden dan in een ronddraaiende trommel in een tiental seconden gesneden. Ongeveer 1,5 % zout wordt op een band toegevoegd en daarna wordt de gesneden kool in een betonnen bak gestort. Zo'n bak is 4 meter hoog. Er wordt ongeveer 80.000 kg witte kool in vergist. De afdichting bovenop vindt plaats door middel van twee enorme polyethen waterzakken. Deze worden gevuld met water en liggen als een soort deken over de kool heen.

Uiteindelijk houdt men na ongeveer 6 weken 40.000 à 50.000 kg zuurkool over.

Er is een leidingstelsel dat halverhoogte uitkomt. Het restvocht wordt afgepompt en deels zelf gebruikt als opgiet voor de eigen zuurkool, deels doorverkocht aan bijvoorbeeld grootverbruikers zoals cateraars of soepfabrikanten, deels gezuiverd en afgevoerd.



Kramer zuurkool

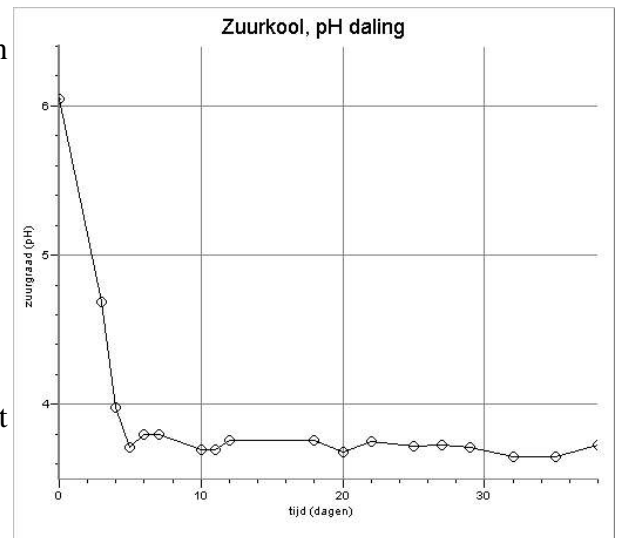
Er worden pas aan het eind van het proces kruiden toegevoegd. Voor wijnzuurkool wordt er wijn bij gedaan. Zelfs wordt er wel champagne aan toegevoegd!  
De zuurkool wordt voor de gewone consument verpakt in plastic zakjes. Voor de grootverbruiker wordt het in plastic vaten van verschillende formaten gedaan.

## Op school

Het is fascinerend om te zien en te ruiken hoe geschaafde kool in enkele weken tijd verandert in zuurkool.

Ook op school kunnen leerlingen er wat mee. Voor een profielwerkstuk van H5 of L6 is het een onderwerp met voldoende uitdaging. Aan het eind van dit verhaal staan wat ideeën die je zo kunt kopiëren en gebruiken.

In de lagere klassen zou je proef kunnen doen zonder het exact bepalen van de zuurgraad. Het gaat dan meer om de vaardigheid van kool schaven, luchtdicht afsluiten en na een week weer eens kijken. Dan kun je ook met pH papiertje de zuurgraad bepalen. Daarbij kan de verwondering gekweekt worden voor wat bacteriën allemaal wel niet doen. Er kan duidelijk gemaakt worden dat ook bij yoghurt maken een fermentatie plaats vindt. Ook het inkuilen van gras, wat tegenwoordig op vrijwel elk melkveehouderijbedrijf gebeurt, is zo'n proces. Bij wijn maken vindt ook natuurlijke gisting plaats.



Zo snel en ver daalt de pH

## Gebruikte bronnen

Dr. Peter Bützer, Marco Stöckli, Dynamische scheikunde. Het maken van zuurkool  
Cabbage Patch Chemistry, Journal of Chemical Education, vol 77, no 11, november 2000  
Preservation by fermentation, Journal of Chemical Education, vol 70, no 8, august 1993  
Zuurkool, klokhuisuitzending op ned 3, 21 november 2003

# Zuurkool maken

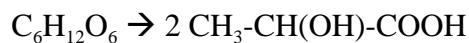
## Profielwerkstuk ideeën

Al duizenden jaren wordt voedsel gefermenteerd om het langer houdbaar te maken.

Bacteriën die van nature op de bladeren van groenten voorkomen kunnen de suikers die in de plant zitten omzetten in zuren.

De bacteriën die voor de reactie zorgen doen dit in een anaërobe omgeving.

Bij de reactie wordt glucose omgezet in melkzuur



Hieronder staat een werkwijze om van witte kool zuurkool te maken, een proces dat ongeveer 4 weken duurt.

## Werkwijze

Werk zo schoon mogelijk.

De kool wordt in vieren gedeeld en de kern eruit weggesneden.

Snij de witte kool dun, 1 a 2 mm dik. Dit kan met een mes op een snijplank. Maar je kunt hier ook een speciale koolschaaf voor gebruiken (zie internetadressen).

Doe in een bekersglas van 400 mL ongeveer 200 g kool.

Voeg 2,4 % NaCl toe, meng dit er goed doorheen. (Gebruik keukenzout zonder jodide. Dit kun je in de winkel vaak alleen maar kopen in kleine busjes tafelsout. Je kunt ook zeezout zonder toegevoegd jodide gebruiken).

Zorg er voor dat de kool goed afgedekt wordt met iets zwaars zodat er geen lucht bij kan komen. Dit kan een bekersglas van 250 mL gevuld met water zijn.

Houdt er rekening mee dat er kooldioxidegas vrij komt dat moet kunnen ontsnappen.

Zet de pot bij kamertemperatuur weg (20°C), vermijd zonlicht.

Schrijf elke dag je waarnemingen op, kijk en ruik hoe alles er uit ziet.

Meet met een pH meter elke dag de zuurgraad. Later kan dit twee keer per week. Als je elke keer de pH meet krijg je wel een idee hoe het proces gaat. Maar om precies de hoeveelheid zuur te weten moet je wat van het sap, bijvoorbeeld 1 mL titreren met 0,10 M NaOH.

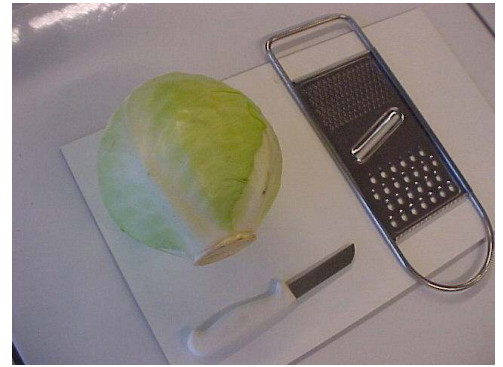
De pH en titratie waarden kun je uitzetten in een grafiek.

## Variaties

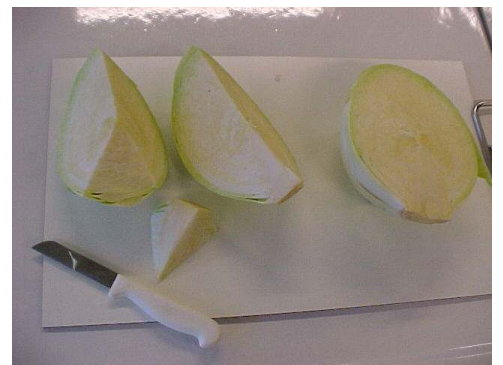
Gebruik meer, minder of geen zout.

Wat gebeurt er als je gejodeerd zout gebruikt?

Wat gebeurt er als je suiker toevoegt?



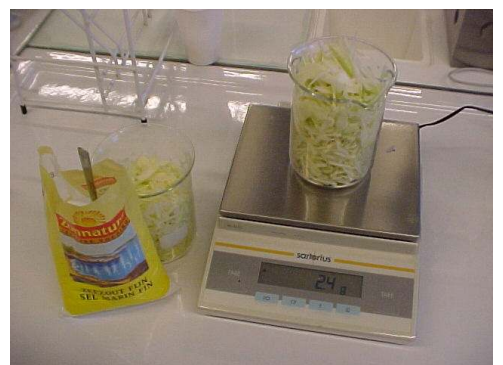
1. Klaar voor de start



2. In vieren delen



3. Schaven



4. Zout toevoegen

Je moet het vat afsluiten van de lucht. Als je het blootstelt aan de lucht, wat zie je dan?

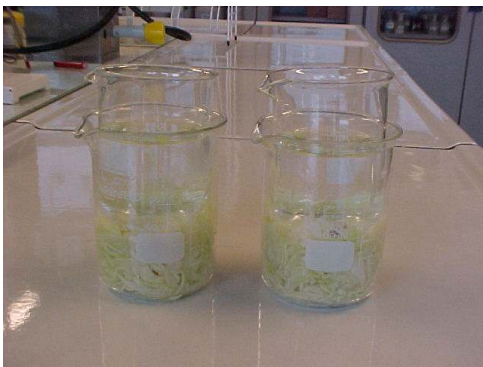
Als je de kool een stuk grover snijdt, gaat dat ook?

Doe het proces bij hogere of lagere temperaturen.

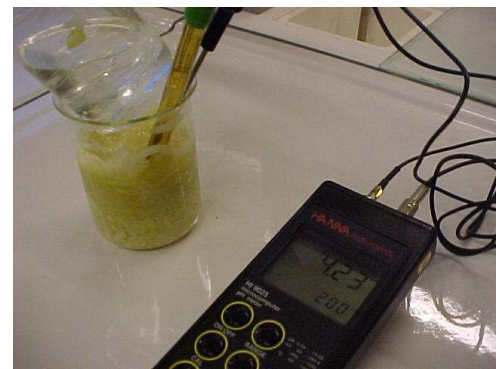
Kun je andere groenten ook op deze manier conserveren?

Zit er werkelijk zoveel vitamine C in zuurkool? Hoeveel vitamine C zat er in witte kool? Het vitamine C gehalte kun je bijvoorbeeld op een eenvoudig manier bepalen met een blauwe kleurstof DCPIP.

Je zou een onderzoek kunnen doen naar de uiteindelijke zoutgehaltes. Door de geleidbaarheid te bepalen weet je redelijk nauwkeurig hoeveel zout er in zit.



**5. Aandrukken**



**6. pH meten na vijf dagen**