

Alcoholvrij bier

door dr.ir. S. A. G. F. Angelino
TNO Voeding
Zeist

1.	Inleiding	116- 3
2.	Produktie van alcoholvrij bier	116- 4
2.1.	Ethanolverwijdering	116- 5
2.1.1.	Verdamping	116- 6
2.1.2.	Afscheiding met membranen	116- 6
2.1.3.	Absorptie en extractie	116- 7
2.2.	Reductie van de ethanolvorming	116- 7
2.2.1.	Verwijdering vergistbare suikers	116- 8
2.2.2.	Verlaging stamwortgehalte	116- 8
2.2.3.	Verkorting vergistingstijd en verlaging gist- concentratie	116- 8
2.2.4.	Selectie van gisttype	116- 9
3.	Stabiliteit	116-10
4.	Smaak	116-10
5.	Aanvullende literatuur	116-12

1. Inleiding

De consumptie van alcoholvrij en alcoholarm bier heeft in Nederland in korte tijd veel opgang gemaakt. Van de in Nederland geproduceerde hoeveelheid bier die per hoofd van de bevolking verbruikt werd, behoorde in 1989 2,3 % tot deze categorie. In 1990 was dit al 5,7 %, in 1991 7,8 % en in 1992 zelfs 8,1 %. In 1993 leek het verzadigingspunt bereikt en zakte het aandeel van alcoholvrij en -arm bier terug tot 6,2 %.

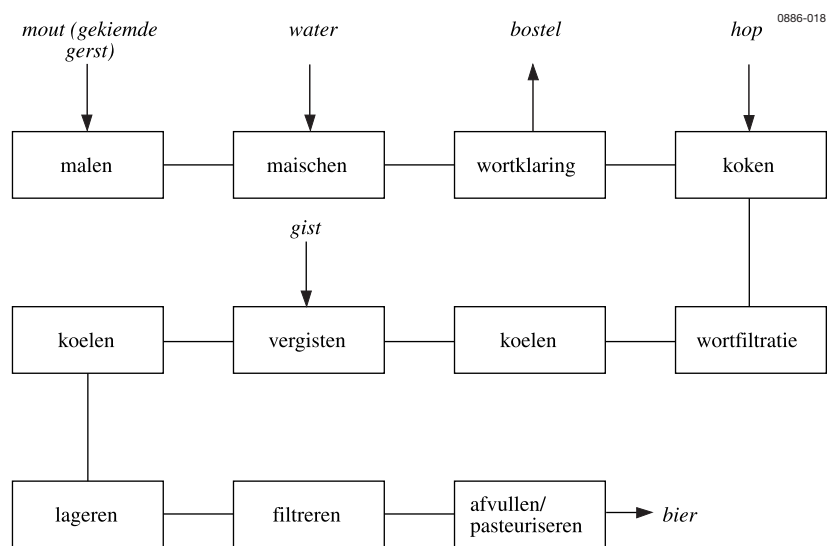
Het succes van deze producten is in geen enkel Europees land zo groot geweest als in Nederland. Na een tegenvallende introductie van de „lightbieren” in de jaren tachtig werd duidelijk dat de Nederlandse consument, in tegenstelling tot bijvoorbeeld die in de Verenigde Staten, gevoeliger was voor de claim „alcoholvrij” dan voor „laagcalorisch”. Een verantwoord omgaan met alcohol sloeg meer aan, mede doordat intensieve overheidscampagnes hiertoe sterk aanspoorden.

Het begrip alcoholvrij bier heeft in het gebruik de nodige onduidelijkheid opgeleverd; omdat de definities die hierbij in Europees verband worden gehanteerd niet dezelfde zijn.

In Nederland wordt in de geldende Bierverordening onder alcoholvrij bier een produkt verstaan dat ten hoogste 0,1 volumepercent ethanol bevat. Alcoholarm bier is bier dat meer dan 0,1 volumepercent, maar ten hoogste 1,2 volumepercent ethanol bevat. In de ons omringende landen zijn deze normen soms minder ruim, soms juist veel ruimer. Zo ligt de bovengrens voor alcoholvrij bier in Groot-Brittannië momenteel bij 0,05 volumepercent, in Duitsland bij 0,5 volumepercent en in Frankrijk zelfs bij 1,2 volumepercent. Om produkten te kunnen maken die door de consument positief worden gewaardeerd, hebben de brouwers voor de produktie van bier met een gereduceerd gehalte aan ethanol hun technologie behoorlijk moeten aanpassen. De toegepaste brouwtechnologieën gaan verder dan de gebruikelijke brouwprocessen voor lightbieren, waarbij enkel wordt gewerkt met een verlaagd stamwortgehalte om tot een verminderd koolhydraten- en ethanolgehalte te komen. Dit stamwortgehalte geeft de concentratie aan van opgeloste stoffen in de wort, het medium dat tijdens het zogenaamde maischen wordt bereid uit het beslag van moutmeel en water en dat bij de fermen-

116-4 Alcoholvrij bier

tatie met gist tot bier wordt omgezet (figuur 1). Globaal kan gesteld worden dat naarmate het stamwortgehalte van de wort hoger is, ook het ethanolgehalte van het hieruit geproduceerde bier toeneemt.



Figuur 1. Schema van het bereidingsproces van bier.

2. Productie van alcoholvrij bier

Er zijn in principe twee manieren waarop het ethanolgehalte gereduceerd kan worden. Dit zijn:

- verwijdering van ethanol na de vergisting;
- vermindering van de ethanolvorming.

De verschillende technieken die voor de productie van alcoholvrij en -arm bier zijn ontwikkeld, vallen binnen een van deze beide wijzen van aanpak. Niet alle technieken zijn echter even ver ontwikkeld en worden in de praktijk ook daadwerkelijk gebruikt. Soms worden ook combinaties van methoden toegepast.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van enige procestechnologieën voor de productie van alcoholvrij en alcoholarm bier.

Tabel 1. *Overzicht van enige gangbare processen voor de productie van alcoholvrij en alcoholarm bier.*

proces	minimimaal ethanol-gehalte (vol%)	principe
ethanolverwijdering		
– verdamping	> 0,01	verhitting bij verlaagde druk
– vacuümdestillatie	0-1	verhitting bij verlaagde druk
– omgekeerde osmose	< 0,5	diffusie met drukgradiënt
– dialyse	< 0,5	diffusie met concentratiegradiënt
remming ethanolvorming		
– gecontroleerde fermentatie	variabel	beperkte vergisting bij 8 °C
– koude-contactmethode	< 0,1	korte vergisting bij –0,4 °C
– geïmmobiliseerde gist	< 0,1	gelimiteerde vergisting
– speciale gisttypen (Saccheromyces ludwigii)	> 0,4	beperkte substraatvergisting

2.1. Ethanolverwijdering

Voor de verwijdering van ethanol is in principe een aantal processen beschikbaar die berusten op verschillende fysische scheidingstechnieken:

1. verdamping van ethanol (dunne film, vallende film, vacuümdestillatie);
2. afscheiding van ethanol met membranen (omgekeerde osmose, dialyse, pervaporatie);
3. absorptie van ethanol;
4. extractie van ethanol met een oplosmiddel (superkritisch koolzuur).

2.1.1. *Verdamping*

Bij de verdamping van ethanol wordt veelal gewerkt bij verlaagde druk (ca. 4 kPa) om de verdampingstemperatuur te kunnen verlagen tot 35 à 50 °C. De verblijftijd in de verdampingsinstallatie wordt zoveel mogelijk beperkt (enkele seconden) in verband met warmte-effecten die voor de smaak nadelig kunnen zijn. Systemen die hiervoor het meest geschikt zijn, zijn dunne- en vallende-filmverdamper. Deze installaties worden ook op industriële schaal toegepast. Bij vacuümdestillatie worden vóór de verdamping van ethanol vaak eerst de vluchtige aromacomponenten uit het bier gehaald. Deze vluchtige aromaverbindingen worden dan vervolgens weer toegevoegd aan het bier, wanneer de ethanol via de vacuümbehandeling is verwijderd.

2.1.2. *Afscheiding met membranen*

Het gebruik van membranen bij de ethanolverwijdering richt zich op twee processen, namelijk omgekeerde osmose en dialyse. Het voordeel van deze processen is dat geen warmte behoeft te worden gebruikt: de processen worden meestal bij lage (< 5 °C) of normale omgevingstemperatuur uitgevoerd. De scheiding is gebaseerd op omgekeerde osmotische druk of vindt plaats met een concentratiegradiënt over een membraan als drijvende kracht (dialyse). Bij omgekeerde osmose wordt het produkt onder hoge druk (werkgebied 500-5000 kPa) over een semi-permeabel membraansysteem gefiltreerd, waarbij alleen water, ethanol en andere kleine moleculen het membraan kunnen passeren. Bij dialyse worden deze moleculen door het membraan getransporteerd via diffusie, vanuit een geconcentreerde naar een verdunde oplossing, zonder dat daarbij veel druk wordt aangelegd (circa 10 kPa overdruk). Het water dat tezamen met de ethanol uit het bier wordt afgescheiden, kan later desgewenst weer worden aangevuld. De kwaliteitsbepalende factor bij membraanscheidingen is de selectiviteit van de membranen met betrekking tot ethanol. Eventueel verlies aan andere aromacomponenten uit het bier kan worden gecompenseerd door deze stoffen terug te winnen en weer aan het behandelde bier toe te voegen. Een andere

mogelijkheid is om via aanpassing van de receptuur van het uitgangsbier reeds met dit verlies rekening te houden.

Bij pervaporatie, een relatief nieuw proces, fungeert de dampdruk als drijvende kracht. Hiertoe wordt aan de andere kant van het membraan een vacuüm aangebracht. Een voordeel van deze methode is dat de drukbelasting op het te behandelen bier minimaal is, zodat aggregatie van deeltjes en dus het optreden van troebeling in het bier wordt vermeden.

2.1.3. *Absorptie en extractie*

De absorptie van ethanol door moleculaire zeven is een andere interessante mogelijkheid om ethanol uit bier te verwijderen. Na behandeling worden de moleculaire zeven tezamen met de ethanol afgescheiden. Ook hierbij komt het aan op een zoveel mogelijk selectieve verwijdering van ethanol.

Ook moet in deze categorie de extractie van ethanol met superkritisch koolzuur (koolzuur boven het superkritisch punt, d.w.z. het punt waarbij geen onderscheid meer gemaakt kan worden tussen vloeistof en gasfase) genoemd worden. Daar bier reeds koolzuur bevat, heeft superkritisch koolzuur als voordeel boven andere extractiemiddelen, dat een eventuele resthoeveelheid in het bier geen negatieve effecten heeft. Dit proces is echter kostbaar en wordt daarom op dit moment (nog) niet in de praktijk gebruikt.

2.2. *Reductie van de ethanolvorming*

De beïnvloeding van de vergisting vindt in de praktijk plaats via een vijftal technieken:

1. verwijdering van vergistbare suikers voorafgaande aan de gisting;
2. verlaging van het stamwortgehalte;
3. verkorting van de vergistingstijd;
4. verlaging van de gistconcentratie;
5. selectie van een gisttype dat minder ethanol produceert.

2.2.1. *Verwijdering vergistbare suikers*

Er is een methode ontwikkeld om maltose, de belangrijkste vergistbare suiker, via een membraanproces uit de wort te verwijderen. Industriële toepassing hiervan is op dit moment evenwel niet bekend.

2.2.2. *Verlaging stamwortgehalte*

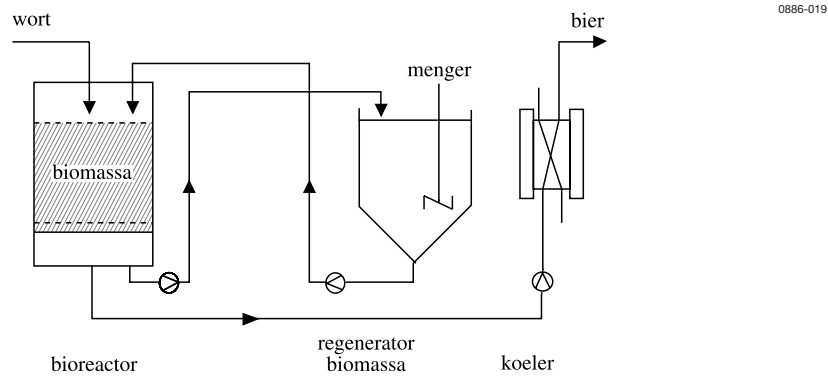
Een groot deel van de huidige laag-alcoholische bieren wordt verkregen met behulp van processen waarbij het stamwortgehalte is verlaagd, door uit te gaan van een lager gehalte aan vergistbare suikers (circa 40 % lager). Deze aanpak, die gecombineerd kan worden met een van de andere technieken, vormt vaak de basis voor de productie van alcoholvrije en -arme bieren. Een speciaal voorbeeld hiervan vormt de „Spent Grain”-methode, waarbij opnieuw een extract wordt gemaakt van de bierbostel, het vaste residu dat na de eerste wortbereiding overblijft. Dit tweede extract (de secundaire wort) bevat veel minder vergistbare suikers en kan na menging met moutextract worden gebruikt voor de productie van laag-alcoholische bieren.

2.2.3. *Verkorting vergistingstijd en verlaging gistconcentratie*

Ook het onderbreken van de gisting zodra het gewenste ethanolgehalte is bereikt, vindt veel toepassing. Deze methode wordt aangeduid als de procedure van de gecontroleerde vergisting. Een specifiek voorbeeld hiervan wordt gevormd door de koude-contactmethode, waarbij een korte vergisting bij lage temperatuur plaatsvindt (bij $-0,4$ °C gedurende 48 uur; dit in tegenstelling tot een normale vergisting die bij 8-10 °C plaatsvindt en circa één week duurt). Hierbij wordt echter een 1,5 tot 2 maal hogere gistdosering bij de start van de fermentatie gebruikt.

Een ontwikkeling die voortkomt uit het productieproces van normaal pilsener bier met een versnelde rijpings- of lageringsfase betreft het gebruik van geïmmobiliseerde gist. Hierbij wordt de gist gebonden aan inert dragermateriaal (bijvoorbeeld gesinterd glas of cellulose) van een specifieke porositeit en deeltjesgrootte. De fermentatie vindt op continue wijze in de reactor plaats (figuur 2). Verschillende

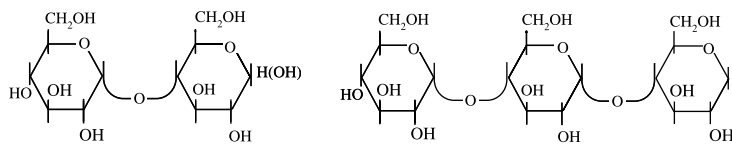
reactortypen kunnen worden toegepast, zoals vast- en gefluidiseerd-bedreactoren, terwijl de gistconcentratie en de reactietijd als instelbare parameters worden gebruikt.



Figuur 2. Geïmmobiliseerde-gistreactor.

2.2.4. Selectie van gisttype

Een andere methode om de ethanolproductie te reduceren, is ten slotte het gebruik van speciale gisttypen die maltose (diglucose) en maltotriose (triglucose) niet kunnen vergisten. Een voorbeeld hiervan is de gist *Saccharomyces ludwigii*, die alleen glucose, fructose en sucrose kan fermenteren.



Figuur 3. De chemische structuren van maltose en maltotriose.

3. Stabiliteit

De microbiologische stabiliteit van alcoholvrij (en alcoholarm) bier is minder dan die van het overeenkomstige pilsener bier. Dit hangt samen met het lagere ethanolgehalte en het hogere restgehalte aan vergistbare suikers en met eventueel een hogere pH. De beide laatstgenoemde factoren spelen met name een rol bij alcoholvrije bieren die via vermindering van de ethanolvorming zijn geproduceerd. Een intensievere pasteurisatie na afvullen van het bier ondervangt dit probleem.

4. Smaak

Een van de belangrijkste produkteigenschappen van alcoholvrij bier is de smaak in relatie tot pilsener bier. Smaak en ook geur zijn echter geen absolute en objectieve criteria. Beide sensorische eigenschappen zijn opgebouwd uit een combinatie van verschillende individuele sensaties die elkaar in meer of mindere mate beïnvloeden. Om bij keuze voor ethanolverwijdering het juiste proces voor het te behandelen bier te selecteren, is het zodoende noodzakelijk de geur en smaak te analyseren met chemische methoden, deze sensorisch met testpanels te evalueren en de geproduceerde bieren in de praktijk te laten beoordelen door grotere consumentengroepen. Typische analyseparameters zijn onder meer het gehalte aan ethanol, esters, hogere alifatische alcoholen, aldehyden, bitterstoffen (isohumulonen) en de pH. Tot dusverre is er nog geen gestandaardiseerd analytisch schema voor de beoordeling van bieren met een gereduceerd ethanolgehalte opgesteld. De effecten van de verschillende methodieken kunnen dan ook niet goed onderling worden vergeleken. Als voorbeeld staan een aantal kenmerkende gegevens in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2. *Samenstelling van bieren met verlaagd ethanolgehalte na gebruik van verschillende verwijderingstechnieken. Aangegeven is het verschil (in %) met de bieren vóór ethanolverwijdering. Het ethanolgehalte is verlaagd van 4,8 naar 0,3 volumeprocent.*

analyseparameter	vallende film- verdamping	dialyse	omgekeerde osmose
kleur	0	- 6	- 3
pH*	0	+ 4	- 1
schuim	- 13	- 1	- 8
bittereenheden	- 7	- 12	- 7
α -aminostikstof**	- 7	- 3	- 2
esters	- 95	- 85	- 78
hogere alcoholen	- 98	- 85	- 69
lagere vetzuren (C ₆ - C ₁₂)	- 45	- 70	- 71

* Standaard pH bedraagt ongeveer 4,2.

** Gehalte eindstandige NH₂-groepen van aminozuren/peptiden.

Bieren waaruit de ethanol is verwijderd, missen in meer of mindere mate smaakcomponenten die tezamen met de ethanol zijn verdwenen. Zij behouden evenwel het droge en bittere karakter van het oorspronkelijke bier, waarbij de smaak des te vlakker wordt naarmate er meer ethanol is verwijderd.

Bieren waarbij het ethanolgehalte door verminderde ethanolproductie is gereduceerd, bevatten nog steeds aanzienlijke hoeveelheden niet-vergiste wortsuikers maar missen belangrijke geur- en smaakstoffen die als nevenproducten bij de gisting ontstaan. Deze bieren hebben dan ook een typisch wortachtige smaak.

Vergelijking van beide procesgroepen lijkt niet erg zinvol, omdat deze in principe tot bieren van een verschillend smaaktype leiden. In de praktijk blijkt dat de kwaliteit van het eindproduct niet alleen door de toegepaste procestechniek wordt bepaald, maar vooral door de combinatie van het te behandelen bier en het gebruikte proces. De keuze van de brouwer zal dan ook in belangrijke mate hierdoor worden beïnvloed. Naast kwaliteit, smaak en het voldoen aan de wensen van de consument, zijn ook de kostenaspecten van betekenis voor het type proces dat wordt toegepast.

Ten slotte moet men in gedachten houden dat hoewel zuivere etha-

nol zonder smaak geacht wordt te zijn, deze stof klaarblijkelijk als versterker voor geur- en smaakstoffen kan dienen. Een bier met verminderd ethanolgehalte kan zodoende nooit dezelfde smaak hebben als bier waarvan het ethanolgehalte niet is teruggebracht.

5. Aanvullende literatuur

- W. M. Attenborough, De bereiding van bier met verlaagd alcoholgehalte en alcoholvrije bieren. *Voedingsmiddelentechnologie* **23** 10 (1990) 13-17.
- W. Bredie en G. Lengkeek, Brouwconcepten alcoholvrij innovatief en succesvol. *Food Management* **9** 8 (1991) 15-19.
- Kerngegevens 1991-1993. Uitgaven Centraal Brouwerij Kantoor, Amsterdam.
- E. Meersman, Gebruik van een mono-layer drager in de brouwerij. *Cerevisia and Biotechnology* **17** 4 (1992) 55-59.
- W. Stein, Verlaging alcoholgehalte van bier – de verschillende technieken op een rijtje. *Voedingsmiddelentechnologie* **26** 14/15 (1993) 30-32.
- J. van Kasteren, Omzet alcoholvrij bier groeit spectaculair. *Voeding* **51** 3 (1990).
- Redactie Consumentengids, Bierliefhebber herkent alcoholarm biertje-test. *Consumentengids* nr. 6 (1991) 348-351.
- Redactie Consumentengids, Speciale bieren favoriet bij liefhebbers. *Consumentengids* nr. 5 (1994) 280-283.