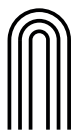


De Praktijkbrouwer

Gilbert Baetslé



ACADEMIA
PRESS

© Uitgeverij Academia Press
Ampla House
Coupure Rechts 88
9000 Gent
België

www.academiapress.be

Uitgeverij Academia Press maakt deel uit van Lannoo Uitgeverij,
de boeken- en multimediativisie van Uitgeverij Lannoo nv.

Bij dit boek hoort een rekenprogramma. De auteur hiervan is P. Scheirlinck, waarvoor dank.
Dit rekenprogramma kunt u bekomen op eenvoudig verzoek via info@academiapress.be.

De auteur noch de uitgever kunnen verantwoordelijk worden gesteld voor eventuele gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van de in dit boek beschreven inhoud, werkwijzen of formules.

Baetslé, G.
De praktijkbrouwer
Gent, Academia Press, 2007, 310

ISBN 978 94014 6670 7

D/2019/45/604
NUR1 946

Opmaak: Le Pur et L'Impur
Illustratie cover: Eoin Lalor, Kerry Bioscience & Van Parys Media

De auteur en de uitgever hebben geprobeerd alle rechthebbenden van illustraties op te sporen en te contacteren. Personen of instanties die zich alsnog in hun rechten voelen geschaad, gelieve contact op te nemen met de uitgeverij op bovenvermeld adres.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoudstafel

Woord vooraf door Prof. Dr. Freddy Delvaux	XV
Voorwoord door de auteur	1
Deel I: Gerst en mout	7
1. Waarom gerst als grondstof?	7
2. Soorten gerst	8
2.1. Zomergerst – Wintergerst	8
2.2. Tweerijige gerst	9
2.3. De zesrijige gerst	9
3. Het vermoutingsproces	10
3.1. Weken – kiemen	10
3.2. Eesten	12
3.3. Welke processen grijpen er plaats tijdens het kiemen van de gerst?	13
3.3.1. Groei van blad – wortelkiempje	13
3.3.2. De enzymvorming	14
3.4. Welke eisen kan een industriële brouwerij contractueel stellen aan de mouter?	15
3.5. Moutextract voor de hobbybrouwer	16
3.6. Speciale mouten en hun kenmerken	17
3.6.1. Brouwen met kleurmout	18
3.6.2. Voorbeeld hoe een in kleurmout gespecialiseerde mouterij haar producten aanbiedt	20
4. Ongemout	20
4.1. Soorten ongemout	21
4.1.1. Breukrijst	21
4.1.2. Maïsgries	21
4.1.3. Suikerpreparaten	22
4.1.3.1. Het begrip DEXTROSE EQUIVALENT (D.E.)	23
4.1.3.2. Eigenschappen gerelateerd aan de hydrolysegraad	25
4.1.3.3. Glucosestropen vergeleken met het suikerbeeld van wort na infusie en na decoctiemaischen	25
4.1.3.4. Glucosestropen: voor de brouwerij (drankennijverheid)	26
4.1.3.5. Speciale preparaten voor de drankennijverheid	26
4.1.3.6. Kandijnsuiker	27

Deel II: Water	29
1. Een wateranalyse	29
2. Het brouwwater	30
3. Rol van de waterionen tijdens het maischen	30
3.1. Ionen die pH verhogend werken	30
3.2. Ionen die pH verlagend werken: Ca^{++} en Mg^{++}	31
4. Restalkaliniteit	31
5. Specifiek effect van sommige ionen	33
6. Waterhardheid	34
7. Types brouwwater	34
8. Conclusie over het brouwwater	36
Deel III: Koorts- en hartslagmeter	39
1. De densiteit: een belangrijke parameter	39
1.1. Voorbeelden	40
1.2. Areometrie	41
2. Het begrip pH	42
2.1. De bepaling van de pH	43
2.1.1. Colorimetrisch	43
2.1.2. Potentometrisch met de glaselektrode	44
2.2. Bufferoplossingen	44
2.3. De betekenis van de pH in de brouwerij	45
2.3.1. pH en de colloïdale stabiliteit	47
2.4. Conclusie	48
2.5. Het begrip isoëlectrisch punt	48
Deel IV: Maischen	49
1. Het schroten van het mout	49
1.1. Evaluatie van het schroot	49
1.2. De moutmolens	50
1.3. Schroten voor de hobbybrouwer	52
2. Berekening van de te gebruiken hoeveelheid mout	52
2.1. Steunend op het extractgehalte van het mout	52
2.2. Berekening uitgaande van het door de accijnzen vooropgesteld rendement	53
2.3. Steunend op de tabel van DE CLERCK	54
2.4. Vuistwaarden	55
2.5. Volgens de Balling formule stamwort	55
2.6. Omrekening extract fijn- naar extract grof	57
2.7. Gebruik van suiker en mout volgens de accijnswet	58
2.8. Storting voor mout en suiker	58
2.9. De bierpakketten voor de hobbybrouwer	59
3. Beschouwingen voorafgaand aan het maischen	60

 Inhoudstafel

3.1. Graan – water verhouding	60
3.2. Cijfervoorbeelden	61
3.3. Berekening van het warmrendement en van het koudrendement	62
3.4. De bepaling van het stamwortextract van een bier	64
3.5. Het gebruik van tabellen en grafieken	66
3.6. Het gebruik van de refractometer in de brouwerij	84
3.7. Formules bij de bieranalyses	88
3.8. Het gebruik van het bijgevoegde rekenprogramma	89
4. Het maische proces	96
4.1. De decotiemethode	96
4.2. De infusiemethode	97
4.3. Bijzonderheid	98
4.3.1. De Jumpmaische	98
4.3.2. Maischen met ongemout	98
4.4. De jodiumtest	98
4.5. Berekening van de temperatuur van het inmaischwater	99
4.6. Berekening van het volume van een kookmaisch	100
5. Chemie en biochemie van het maischen	100
5.1. Enzymen	100
5.1.1. Voorwaarden voor enzymactiviteit	101
5.1.2. Naamgeving	101
5.2. De zetmeel afbouw	102
5.3. Het vervloeien	104
5.4. De versuikering	104
5.5. De eiwitafbouw	105
6. De eerste of de warme filtratie	105
6.1. Doel	105
6.2. Filtratietheorie	106
6.2.1. Oordeelkundig werken met filterkuip	107
6.2.1.1. Drafhogte	108
6.2.1.2. Viscositeit	108
6.3. Het uitwassen van de draf	109
6.4. De wortfilters werkend onder pompdruk	109
7. Het koken van het wort	110
7.1. Waarom wordt het wort gekookt?	110
7.1.1. Verdamping van overtollig water	110
7.1.2. Destructie van de resterende enzymen	112
7.1.3. Sterilisatie	112
7.1.4. Eiwituitvlokking	112
7.1.5. De isomerisatie van de hopbestanddelen	112
7.1.6. Vorming van reductonen	112
7.2. Soorten kooksystemen	112

7.3. De Maillard reactie	115
8. De wortkoeling	116
9. Afscheiding van de grove eiwitbreuk	117
9.1. Door sedimentatie	117
9.2. Door centrifugeren	118
10. High gravity brewing	118
Deel V: De hop	121
1. Botanisch	121
2. Chemie van de hop	121
3. Hopproducten	122
3.1. Hoppellets	123
3.2. Hopextract	125
3.3. Vergelijking Pellets-extract	126
3.4. Geïsomeriseerde hopproducten	126
4. De te gebruiken hoeveelheid hop	128
4.1. Cijfervoorbeelden: zie ook rekenprogramma	129
4.2. Vervanging van een hopwijze door een ander	130
5. Conclusie	131
Deel VI: Gist – gisting – en lagering	133
1. De reïncultuur van gist	133
1.1. Geprogrammeerde aeratie (oxygenatie)	134
1.2. Het oogsten van de gepropageerde gist	135
1.3. Suikermetabolisme van <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	135
2. De gist	135
2.1. Taxonomisch	135
2.2. De organellen van de gistcel	136
2.3. De rol van de celwand in de brouwerij	137
2.4. De asexuele reproductie	138
3. Metabolisme van het wort door de gist	140
4. De hoofdgisting of primaire gisting	141
4.1. Schijnbare – werkelijke vergistingsgraad	141
4.2. Het technologisch aspect van de wortgisting	143
4.3. Evaluatie van de zetgist	143
4.4. Hoge- en lagegisten	144
4.4.1. Fysiologisch	144
4.4.2. Verschil in gisting	144
4.5. Viabiliteit – vitaliteit	145
4.5.1. Beschrijving van de telkamer van Thomas	145
5. Het toezicht op de hoofdgisting (primaire gisting)	146
5.1. De alcoholbegeleid stoffen	146
5.1.1. Diacetyl	147

 Inhoudstafel

5.1.2. De aldehyden	147
5.1.3. Hogere alcoholen (alcoholen met hoger kookpunt)	148
5.1.4. Esters	148
6. Het verloop van de hoofdgisting	149
7. Het inbrengen van de gist	150
8. Mankementen bij het verloop van de gisting	151
8.1. Mogelijke oorzaken	151
8.2. Mogelijke remedies	152
9. Gedroogde gist	152
10. Vloeibare gisten voor de hobbybrouwer	153
11. Het wassen van de zetgist met zuur	154
12. De gistingstanks	155
12.1. Bijhorigheden	156
12.2. De koeling van cylindo-conische tanks	157
12.3. Temperatuurstratificatie in cylindroconische tanks	160
13. De wortbeluchting	161
14. De hogegisting	162
15. De lagering	163
16. Zure bieren	165
Deel VII: Filtratie – Flessenreiniging – Bottelen	167
1. Bierfiltratie	167
1.1. Het filtratiemechanisme	167
1.1.1. Door oppervlaktefiltratie	167
1.1.2. Filtratie in de diepte	168
1.1.3. De membraanfiltratie, een kieselguhr-vrij filtratie	168
1.2. Filtratie-apparatuur voor de hobbybrouwer	170
2. De flessenreiniging	171
2.1. Beschrijving en werking van een flessenwasmachine	171
2.2. De waseenheid	172
2.3. Controle van de gewassen flessen	172
3. Het afvullen van bier in flessen	172
3.1. Beschrijving van de vuller	173
3.2. Werking van de vuller	174
3.3. Voor de hobbybrouwer	175
4. Bijsaturatie met handelskoolzuur	176
4.1. Zuurstofinbreng door bijsaturatie	176
4.2. Zuurstofopname tussen lagering en botteling	178
4.3. Leveringsvormen van koolzuur	178
Deel VIII: Hergisting in de fles	181
1. Het begrip	181
2. Onderscheid met andere bieren	181

3. Welke zijn de meest voorkomende problemen bij de fabricatie?	181
3.1. Hoeveel suiker voor hoeveel koolzuur?	182
3.2. Te weinig koolzuur in alle of in sommige flessen	183
3.3. Het schuim	183
3.4. Helderheid bij het schenken	185
3.5. Koudegevoeligheid	187
3.6. De hergisting start niet	187
3.7. Gevoeligheid voor infectie	187
3.8. Bestemming warmere landen en SO ₂ -concentraties	189
3.9. Alcolemie en clearance	190
4. Osmotische vereisten voor de gist	190
5. Opname en transport van nutriënten	190
6. Catabolische repressie	191
7. Gistkwaliteitsparameters	192
7.1. Viabiliteit versus vitaliteit	192
7.2. Present versus potential condition	192
7.3. Reserve koolhydraten	192
7.4. Acidification power test (AP)	193
7.5. Oxygen uptake rate (OUR)	194
8. Raadgevingen voor de hobbybrouwer	195
IX: Nazorg	197
1. Flavour stabiliteit van het bier en SHELFLIFE	197
2. Enkele verouderingscarbonylverbindingen	198
2.1. Oxydatie van onverzadigde vetzuren	198
2.2. De Strecker-reacties	198
2.3. De fotochemische omzettingen	198
3. Middelen om de smaakinstabiliteit objectief te volgen	199
4. Factoren die de flavour stabiliteit verbeteren	199
5. Voor de hobbybrouwers	200
6. Colloïde stabiliteit	200
6.1. Stabilisatiemethoden	201
6.1.1. Combined Stabilization system (CSS)	201
6.1.2. Verscheidene: voldoende koude maturatie (lagering)	202
7. Schuim en schuimstabiliteit	202
7.1. Schuimstabilisatoren	204
Deel X: Kuis-desinfectiemethodiek microbiologie-pasteurisatie	205
1. Rationele kuis- en desinfectiemethodiek	205
1.1. Algemene principes	205
1.2. Cleaning in place (CIP)	206
1.2.1. De CIP-procedure	206
1.2.2. Geleidbaarheidsmeting	207

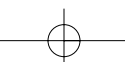
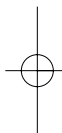
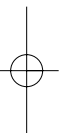
Inhoudstafel

1.3. De reinigingsproducten	208
2. Kritische punten	209
3. Microbiologische controle	209
3.1. Basisprincipes	211
3.2. Infecties bij de hobbybrouwer	212
3.3. Bronnen van infecties in de bottelarij	212
3.4. ATP metingen	213
3.5. De impedantietechniek voor detectie van bacteriële bierbedervers	214
3.6. De polymerase chain reaction (PCR) techniek	214
4. De pasteurisatie	215
4.1. De tunnelpasteurisatie	216
4.2. De FLASH-pasteurisatie	217
4.3. Temperatuurprogramma's en pasteurisatieregimes	218
4.4. Flashpasteurisatie versus tunnelpasteurisatie	219
4.5. Voor de hobbybrouwer	220
Deel XI: Wetgeving	221
1. Het accijnsstelsel van bier	221
1.1. Het begrip "accijns"	221
1.2. Vaststelling van de accijns	222
1.3. De grootte van de accijns per hectoliter graad / Plato	222
1.3.1. Tarieven	223
1.4. Voorbeeld van accijnsberekening	223
1.4.1. Verlaagd tarief	224
2. Veiligheid voedselketen	225
2.1. Het HACCP-systeem (Hazard Analysis Critical Control Point)	225
2.2. ISO 22000-norm	226
2.3. Het Federaal Agentschap	226
2.4. Traceerbaarheid	226
2.5. Hygiëne-audit	226
3. Bier en wetgeving	227
3.1. Een synthese van de voornaamste bepalingen	228
3.2. Toegelaten additieven per soort bier en hun maximale dosis	228
3.2.1. Zoetstoffen	228
3.2.2. Kleurstoffen	229
3.3. Biercategorieën dichtheid en facultatieve onderverdeling in categorieën	229
4. Etiketgeving	230
4.1. Verplichte vermeldingen "indien"	230
4.2. Datum van minimale houdbaarheid	230
4.3. Het lot	231

4.4. Het alcoholgehalte in volume % voor bieren met meer dan 1,2 % V/V alcohol	231
4.5. Lijst van ingrediënten	231
5. Verboden vermeldingen	231
6. Voedingswaarde	231
7. Aspartaam	232
8. Het zogenaamd glutenvrij bier	232
Deel XII: De kunst van het goed serveren van bier	235
1. Veel vastgestelde fouten	235
2. De tapinstallatie	235
2.1. Beschrijving van de apparatuur	235
2.2. Het professioneel schoonmaken van de leidingen	236
2.3. Variante	238
2.4. De juiste tapdruk	238
2.4.1. De verzadigingsdruk of evenwichtdruk	238
2.4.2. Berekening van de in te stellen tapdruk	239
2.4.3. Gebruikelijke drukverliezen	240
3. Bier en gezondheid	242
3.1. Het verloop van alcoholemie	245
3.2. Plasmametaboliëten	246
3.3. Diurese en alcohol	246
3.4. Mentale en psychomotorische invloeden	246
3.5. Bier en zijn ingrediënten	247
3.5.1. Hop	247
3.5.2. Polyphenolen	248
3.5.3. Alcohol	248
3.5.4. Water	249
3.5.5. Proteïnen (stikstofverbindingen)	249
3.5.6. Mineralen en sporelementen	249
3.5.7. Vitaminen	249
3.5.8. Het koolzuur (CO ₂)	249
4. Medisch aspect	250
4.1. Osmotische druk	250
4.2. Nitraten	250
4.3. Bierconsumptie	251
4.4. Bierconsumptie in de pers	252
5. Objectief bier proeven	253
5.1. Het begrip “bierproeven”	253
5.2. De proever	253
5.3. Onderscheid tussen geur en aroma	254
5.4. Waarnemingsdrempel	254
5.5. Flavourunit	255

Inhoudstafel

5.6. Shelflife: bewaartijd	255
5.7. Leidraad bij een rationele degustatie	255
5.7.1. Proefomstandigheden	255
5.7.2. De nodige technische bagage	255
5.7.3. Gistingen met gemengde gistculturen	256
5.7.4. Het hopaspect	258
5.7.5. Grote brouwerijen-kleine brouwerijen	259
5.8. Verouderingsverschijnselen	259
Deel XIII: Conversie van eenheden – Vuistwaarden – Beoordelingsnormen – Richtwaarden – Zelftesten	263
Afkortingen	285
Geraadpleegde literatuur	289
Trefwoorden	291
Personenregister	309



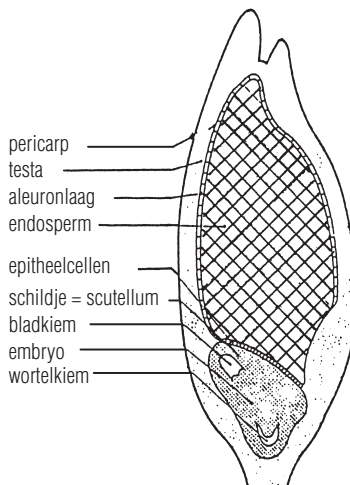
Deel I: Gerst en mout

1. Waarom gerst als grondstof?

De bierbrouwerij verwerkt uitsluitend gerstemout. Een kleine uitzondering is er voor witte bieren waarvoor ongeveer 45 % van de storting tarwemout is.

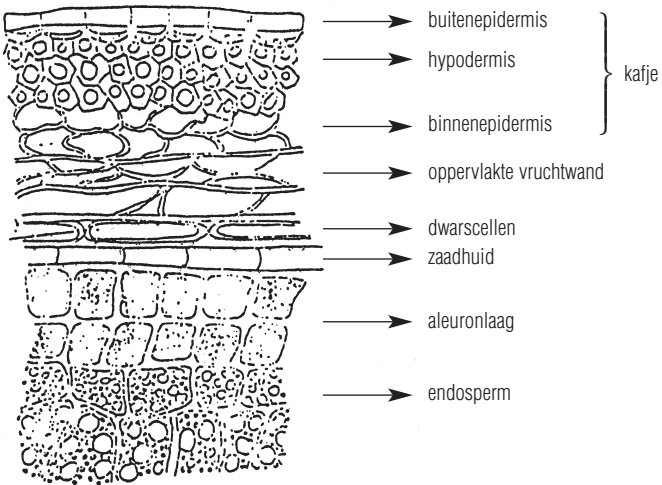
Gerst is een bedekte graanvrucht, wat wil zeggen dat na het dorsen de vrucht nog omgeven is door kafjes. De kafjes zijn de verdroogde bloemblaadjes en zij zijn zelfs enigszins vergroeid met de vruchtwand.

Figuur 1.1. Structuur van een gerstkorrel



Tarwe, rogge, maïs zijn naakte graanvruchten waarvan de kafjes bij de rijpheid loskomen. Op de figuur van de dwarsdoorsnede van de gerstkorrel onderscheiden we: het kafje bestaande uit het buitenepidermis, het hypodermis en het binnenepidermis; het pericarp en de testa; de aleuronlaag en het endosperm. In tegenstelling tot andere granen is bij gerst de aleuronlaag 2 tot 4 cellagen dik.

Het zijn de enzymdragers die het zetmeel van het endosperm omzetten tot eenvoudiger koolhydraten, transporteerbaar naar het embryo tijdens de kieming. De kieming van gerst verloopt daarom vlotter dan bij andere granen.

Figuur 1.2. Dwarsdoorsnede van de gerstkorrel

Bovendien groeit het bladkiempje tussen het kafje en het pericarp langs de rugzijde van de korrel. Aldus is het bladkiempje over de lengte van de korrel beschermd tegen beschadiging.

Het kaf is nuttig bij de vorming van het filterbed tijdens de warme filtratie. De kaffractie bevat heel wat polyphenolen en heeft aldus een niet te onderschatten invloed op de flavour en de stabiliteit, zowel voor wat de colloïdale stabiliteit (koudegevoeligheid) als de shelf-life van het bier betreft. Mout zonder kaf geeft bleke en smaakloze bieren.

Gerst bevat genoeg voedingsstoffen voor de gist. Het endosperm bevat gunstige stoffen voor het schuim.

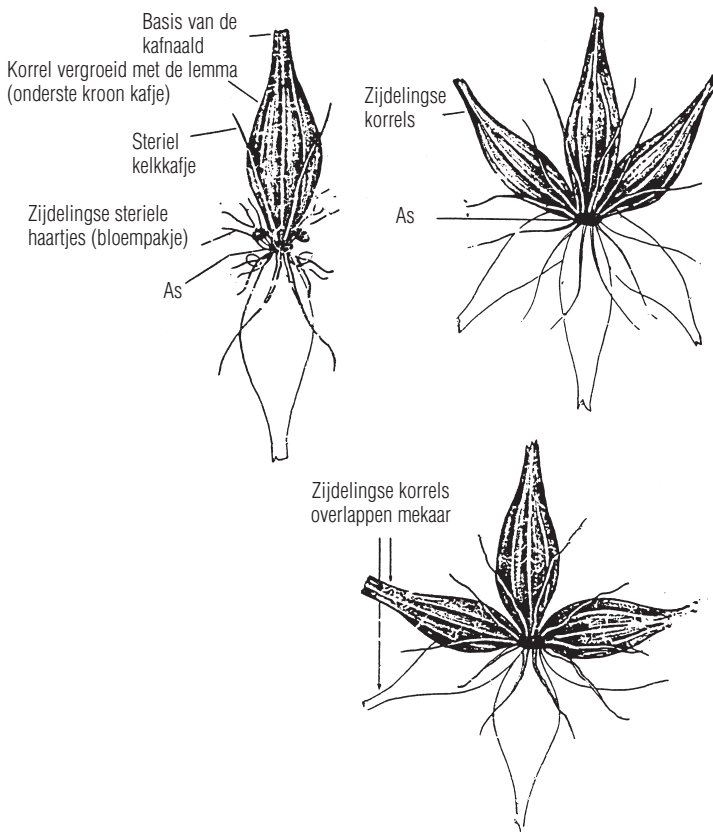
2. Soorten gerst

2.1. Zomergerst – Wintergerst

Het uitzaaien van de zomergerst gebeurt naargelang de streek en weersgesteldheid, van eind februari tot midden april, van zodra de akkergrond wat is opgedroogd. De oogst vindt plaats in juli - begin augustus. De vegetatietijd is kort, 110-130 dagen.

De wintergerst wordt uitgezaaid eind september. De vegetatietijd is meer dan 200 dagen. Wintergersten hebben tegenover vergelijkbare zomergersten meer eiwit (11 % en meer). De kiemrust bedraagt 6 à 8 weken. De watergevoeligheid en dito kiemingsmoeilijkheden zijn groot.

Figuur 1.3.



2.2. Tweerijige gerst

Bij de bloeiwijze van de gerst staan er telkens bij elke knop (node) 3 éénbloemige pakjes afwisselend op elk aarlid. Bij de tweerijige gerst (*Hordeum distichon*) zijn de 2 zijdelingse bloemen steriel en alleen de middelste is vruchtbaar. De korrels zijn daardoor gelijkmatig en symmetrisch. Het kaf is fijner en bevat minder polyphenolen.

2.3. De zesrijige gerst

Bij de zesrijige gerst zijn de drie bloemen vruchtbaar en groeien uit tot 3 korrels, zodat de korrels van een aar in zes rijen geordend staan. Onder deze gerst maakt men een onderscheid tussen deze waar de rijen op regelmatige wijze rond de spil (rachis) van de aar geplaatst zijn, en bij een horizontale doorsnede en bovenzicht, een volmaakte zeshoek vormen.

Bij de andere zijn langs elke kant van de middenste rij, de twee andere rijen korrels over elkaar gewrongen, en schijnen aldus maar één rij te vormen. Daarom noemt men ze gewoonlijk, maar ten onrechte, vierrijige gerst. De vorm van de korrels verschilt dus naargelang het zes- of tweerijige gerst betreft. Deze van de eerste zijn lang en smal, en deze van de tweede zijn afgerond en buikig.

Om de aangehaalde redenen verkiest de mouter TWEERIJIGE ZOMERGERST.

3. Het vermoutingsproces

3.1. Weken – kiemen

Mouten is het gecontroleerd laten kiemen en vervolgens eesten (drogen) van gerst. Na het reinigen ondergaat de gerst achtereenvolgens de drie fasen van het proces: weken (ongeveer 44 uur), kiemen (5 dagen) en drogen (22 uur).

Wat de bouw van een moderne mouterij betreft laten we ons leiden door de installaties van de mouterij BOORTMALT.

Het ganse proces is ondergebracht in een mouttoren en bestaat uit een weekkuip en drie kieming-eesting compartimenten. Het is een totale staalconstructie. Het kiem-eest proces duurt steeds zes dagen. De weekkuip bevindt zich bovenin de mouttoren en heeft een geperforeerde bodem. De weekcyclus bestaat uit een natte en een droge periode en kan afhankelijk van de gersteigenschappen twee of zelfs driemaal worden herhaald. Het uiteindelijk vochtpercentage ligt tussen 42 en 45 procent.

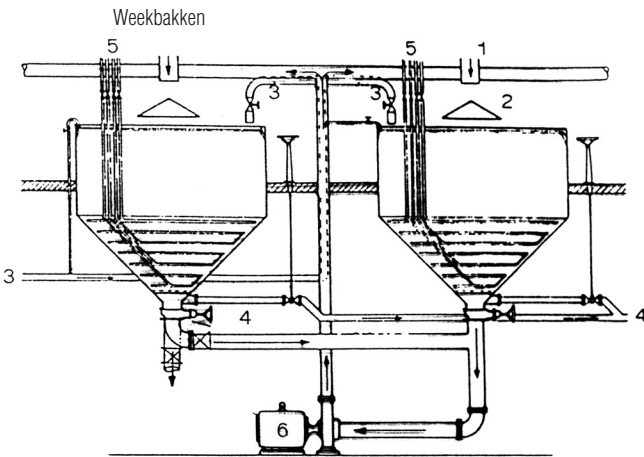
Vierenveertig uur later valt de charge van een pijpwerk dat in de centrale schacht is ondergebracht, naar de verdeelschroef van de kiem-eestvloer.

De vloer is in zijn geheel roterend uitgevoerd en voorzien van geperforeerde roestvrijstalen platen. Hier ondergaat de charge gerst het kiemproces. Per uur wordt 175.000 m^3 lucht toegevoerd met een begintemperatuur van 18 tot 22°. De beginlading van 350 ton gerst is nu door de vochtopname 450 ton geworden. Voor een gelijkmatig verloop van het kiemen maakt de vloer elke 12 uur één omwenteling.

Na vijf dagen is het kiemproces voldoende gevorderd en volgt de abrupte overgang naar het drogen, het eesten.

Deel I: Gerst en mout

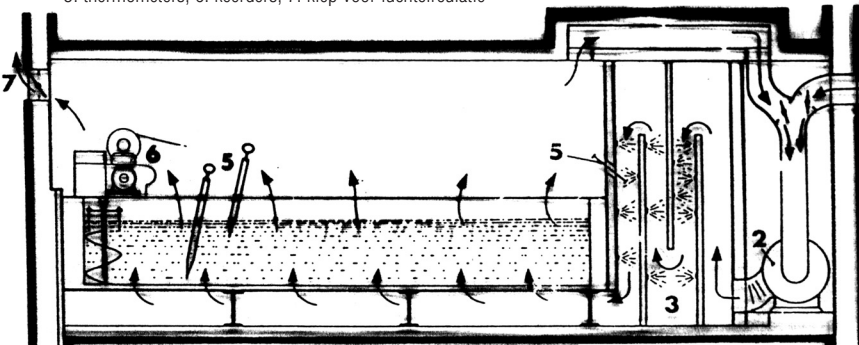
Figuur 1.4. Voorbeelden van een weekbak en kiemkasten



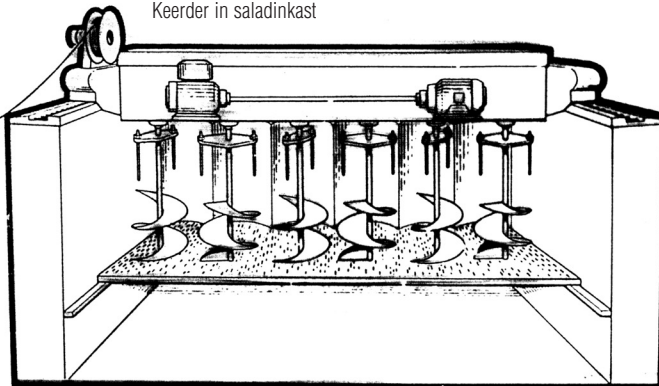
- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| 1. gerst invoer | 4. waterafvoer |
| 2. gerst verdeler | 5. luchtroering en koolzuur afvoer |
| 3. waterinlaat | 6. circulatiepomp gerst en water |

Saladin kast

1. aanvoer koude lucht, 2. ventilator, 3. lucht bevochtiging, 5. thermometers, 6. keerder, 7. klep voor luchtcirculatie



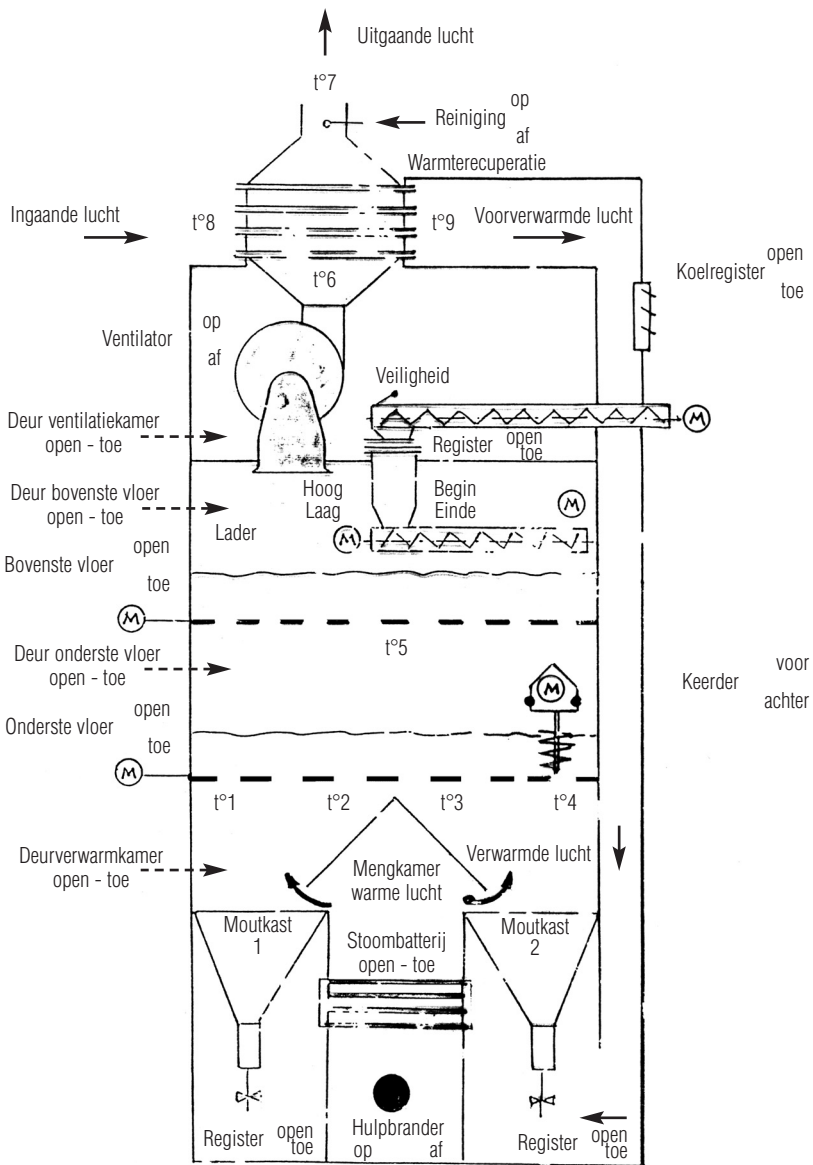
Keerder in saladinkast



3.2. Eesten

De drooglucht aan 640.000 m³/h wordt voorverwarmd tot 60° à 85°C door drie gasbranders en ingeblazen onderaan de eestvloer. De uitgaande lucht met een temperatuur van circa 30°C tot 75°C wordt door regelbare kleppen in de wand en via leidingen teruggevoerd naar de branders voor hergebruik. Dit betekent

Figuur 1.5. Voorbeeld van een eest



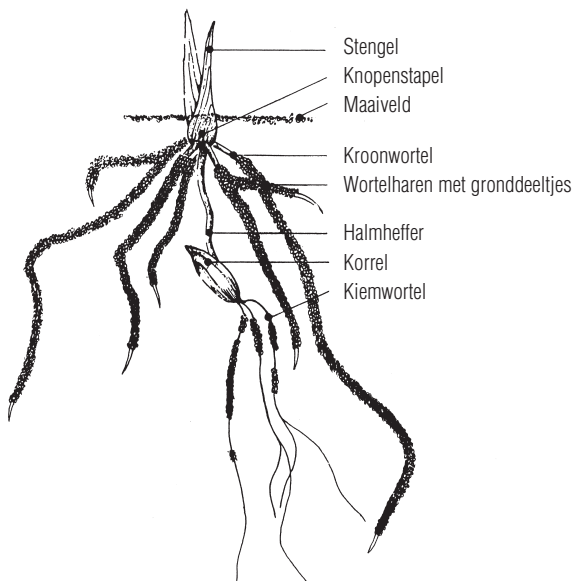
dat er slechts een klein deel buitenlucht moet worden toegevoegd. De temperatuur van de buitenlucht wordt met maximum 25 °C verhoogd.

Tijdens het eesten wordt de lading éénmaal volledig gekeerd door speciale woelers, gemonteerd onder de verdeelschroeven. Na 22 uur is het vochtgehalte tot 4 procent gedaald en is er van 350 ton gerst 300 ton mout gemaakt. De draaiende vloer brengt het mout met de moutworteltjes via de losschroef naar de opslagsilo's. Daarna volgt de moutreiniging waar alle verontreinigingen en ook de worteltjes worden verwijderd.

3.3. Welke processen grijpen er plaats tijdens het kiemen van de gerst?

In de mouterij bootst men als het ware de groeiomstandigheden na die een graantje doormaakt als het op het veld in de vochthoudende bodem valt.

Figuur 1.6. Een jonge graanplant



3.3.1. Groei van blad – wortelkiempje

In het embryo ontwikkelen de worteltjes en het bladkiempje.

Reeds bij het einde van de weking priemen de worteltjes door de basis van de korrel. Tijdens de kieming vertakken ze zich tot 4 à 5 stuks. Ze zullen bij het eesten zo opdrogen dat ze bij de reiniging zullen afbreken en verwijderd worden.

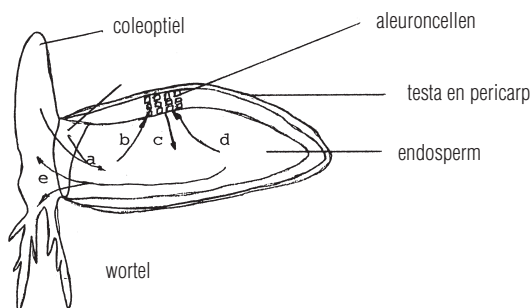
Hun groei heeft extract gekost en ze maken een moutverlies van ongeveer 4 % o.d.s. uit.

Het bladkiempje breekt vanuit het embryo door de testa en groeit onder het kaf langs de rugzijde van de korrel. De lengte van het bladkiempje ligt het best tussen 1/2 à 1/1 van de lengte van de korrel. Wordt het wortelkiempje aan de top zichtbaar dan spreekt men van een *hussard* (dit is te wijten aan een te hoge temperatuur tijdens het kiemen). De groei van het bladkiempje en het voortschrijden van de modificatie van de kern verlopen parallel.

3.3.2. De enzymvorming

Reeds enkele uren na de vochtopname scheidt het embryo het fytohormoon gibberilinezuur af dat in de aleuronlaag en in het schildje enzymen induceert. Het gaat voornamelijk om de α -amylase, de cytolytische enzymen: endoglucanase, exoglucanase e.a.m. proteinasen, peptidasen als eiwitafbouwende enzymen en de vetafbouwende enzymen de lipasen en de zo gevreesde lipoxygenases. Deze enzymen zorgen voor de voedingselementen die de nieuwe cellen van de in opbouw zijnde bladkiempje en wortelkiempjes in het embryo nodig hebben.

Figuur 1.7. Aanmaak, werking en inhibitie van Gibberellic acid



GA: Gibberellic acid

- a. productie van GA in coleoptiel en scutellum
- b. migratie van GA naar aleuronlaag
- c. enzym migratie naar endosperm
- d. opgeloste producten die inhibitie van verdere enzymaanmaak veroorzaken
- e. aanvoer van voedingsstoffen naar het groeiende embryo