

4

CARLSBERGS FØRSKNING I EN GLOBALISERET VERDEN

AF BIRGITTE SKADHAUGE OG JENS DUUS
CARLSBERG LABORATORIUM

J.C. Jacobsen.
Foto 1861.

”Den, der besidder de grundigste Kendskaber i Kemi og Hjælpevidenskaber, i Forbindelse med den fornødne praktiske Færdighed og Indsigt, han vil være Europas førende Brygger i den kommende Generation. Dette maa være dit Maal ...”. sådan skrev J.C. Jacobsen i et brev til sin søn Carl i juni 1865.

Til implementering af ovenstående vision oprettede J.C. Jacobsen i 1875 Carlsberg Laboratorium, hvortil fremragende forskere siden blev knyttet. Blandt de mest kendte var professor Emil Chr. Hansen (1879-1909), som konstruerede verdens første rendyrkningsapparat for gær. Lige så berømt blev Johan Kjeldahl (1879-1909), som fandt en ny metode til bestemmelse af kvælstof i organiske stoffer, og S.P.L. Sørensen (1876-1900), som udviklede pH-skalaen. J.C. Jacobsens målsætning gælder stadigvæk i dag, dog steg ambitionsniveauet fra førende i Europa til førende i verden.

I 2008 blev kimen dannet til den nuværende forskningsstruktur, da Carlsberg gennem købet af hovedparten af Scottish & Newcastle-koncernen overtog store dele af dens portefølje af bryggeriforretninger i både Vest- og Østeuropa samt i Asien. Dermed begyndte nye globale initiativer med fokus på kapacitetsforøgelse samt vækstmuligheder, og allerede året efter fulgte en række organisatoriske ændringer. Heri indgik en samlet redefinerings af Carlsberggruppens forsknings- og udviklingsaktiviteter og dermed en tilpasning af Carlsberg Forskningscenters rolle i den nye struktur.

Carlsbergs traditionelle fokus på forskning, koblet med en stærk ambition om at sælge øl af høj kvalitet og samtidig lade koncernen vokse på en ansvarlig måde, blev i 2008 tydeliggjort med en ny strategisk tilgang til Carlsberggruppens sociale ansvar [Corporate Social Responsibility (CSR)]. I den sammenhæng ønskes en generel indsats om at udvikle nye brygmetoder med henblik på reduktion af CO₂-belastning, vandforbrug og råvaremængde i produktionsprocessen. Carlsbergs forskning skal dermed være involveret i strategiske projekter for at klarlægge, hvorledes sociale og miljømæssige påvirkninger kan forbedres i alle dele af bryggeriets værdikæde – lige fra samarbejdet med leverandører, over produktionsprocessen, til det færdige produkt. Blandt nye initiativer kan nævnes udvikling af alternative, mere miljøvenlige engangsemballager til øl. Der forskes også i muligheder for at genbruge mask, et biprodukt fra ølbrygning, til produktion af biogas, olie eller til direkte forbrænding.



Carlsberggruppens udviklingsaktiviteter inden for øl- og råvareområdet har en speciel plads i historien om bryggerirelateret forskning – i dag hovedsageligt udført af Group Research & Development (Group R&D), som organisatorisk hører under Group Sales, Marketing and Innovation (GSMI). Group R&D beskæftiger i dag omkring 150 ansatte i tre afdelinger, nemlig Carlsberg Laboratorium, Applied Research og Group Development. I det følgende beskrives rationalet bag den nye anvendelsesorienterede forskningsstruktur samt nogle af de opnåede resultater i relation til forskningsstrategien.

ORGANISATIONEN

Med dannelsen af Carlsberg Group R&D i 2008 styrkedes samarbejdet mellem Carlsberg Laboratorium, Applied Research og Group Development. Visionen er at være førende i udvikling af innovative og profitable forsknings- og udviklingsløsninger til såvel bryggeriindustrien som forbrugerne, for dermed at bidrage til Carlsberggruppens globale ambition om at opbygge den hurtigst voksende globale bryggerivirksomhed i verden.

Group R&D's ledelse fokuserer på tværfaglig vidensdeling for at opnå og udnytte synergieffekter relateret til f.eks. ”know-how” og ”best practice” for ølbrygning. Tiltagene – som er helt i Bryggerens ånd om at opretholde og løbende forbedre kvaliteten af virksomhedens produkter – udføres af højt kvalificerede, internationale medarbejdere på alle organisationens niveauer.

Begge Group Research-afdelinger, Carlsberg Laboratorium og Applied Research, har til huse på Carlsberg Forskningscenter i København, hvor alle aktiviteter kan henføres til et eller flere af følgende fire forskningsområder: byg, gær, ingredienser, bryggeriteknologi og -kvalitet (organisationsstrukturen for Group R&D er vist i FIGUR 1).

Group Development – med afdelinger i København og Strasbourg, Frankrig – udvikler innovations- og teknologidrevne projekter, f.eks. produktudvikling af pakkematerialer, fadølssystemer, flasker, dåser og implementering af nye teknologier og koncepter i ølfremstillingsprocessen.

Group R&D deltager i forskellige tværfaglige samarbejder og er i daglig kontakt med adskillige af Carlsbergs øvrige afdelinger, herunder Group Supply Chain, Group Innovation, Group Procurement og Group Legal. Desuden samarbejdes med en række nationale og internationale virksomheder og offentlige institutter.

CARLSBERG LABORATORIUM 2011

Bestyrelsen for Carlsberg Laboratorium besluttede i september 2008 at øge tilpasningen af forskningen til strategiske bryggerirelevante forskningsprojekter, der samtidig fremmer aktiviteter i Applied Research. Uberørt af ændringerne vil Carlsberg Laboratorium til stadighed opretholde et højt forskningsniveau – og samtidig understøtte Carlsbergs overordnede vækststrategi.

Den del af forskningen, der rent statutmæssigt ligger i Carlsberg Laboratorium, er også organiseret anderledes end i bryggerens oprindelige laboratorium. Hvor bryggeren oprindeligt ansatte to forstandere hver i sin afdeling, er Carlsberg Laboratorium ikke længere opdelt i afdelinger. Laboratoriet er i dag organiseret i seks grupper, der hver ledes af en professor. Overordnet ledes Laboratoriet af en ”Director”, som også er en af de pt. seks professorer. De forskningsfelter, som bryggeren beskrev, er stadig meget relevante, og de ansatte professorer



FIGUR 1.
Organisationsstrukturen for
Group Research & Development.

dækker da også i dag gærbiologi, bygbiologi, enzymkemi og mere generel kemi. Alle projekter foregår i tæt samarbejde med Applied Research og inden for de fire fokusområder. Carlsberg Laboratoriet kan generelt siges at varetage den mere langsigtede del af forskningen. I praksis betyder dette, at grupperne arbejder f.eks. med opbygning af teknologiplatforme af relevans for Carlsberg og identifikation af nye biologiske mål for Applied Research.

Inden for *gærforskningen* arbejdes med både bryggerigær og laboratoriestammer for at forstå mekanismer i gærfysiologi. Målene rettes både mod mere robuste og hurtigere fermenterende gærstammer og mod helt nye typer af gær og andre mikroorganismer til brug i bryggeriet. Som eksempel på metoderne kan nævnes sekventering af det fulde genom for bryggerigær som basis for bedre gærstammer.

Bygforskningen har en central placering i Carlsberg Laboratoriet i dag med en egentlig bygbiologi gruppe, der bygger på den lange tradition for bygforskning i Skandinavien og specifikt på Carlsberg. Forskningsgruppen arbejder bredt på nye agronomiske egenskaber af bygplanten med brug af de nyeste metoder inden for robotter og genteknologi, bl.a. inden for stress, hvilket kan overføres direkte til den anvendte forskning som nye mål for forædlingen. Det ligger fast, at der ikke anvendes genmodificerede mikroorganismer eller planter i produktionsprocesserne.

Endvidere arbejdes biokemisk på forståelsen af vigtige enzymer i bygplanten med bestemmelse af den tredimensionelle struktur af disse. Inden for bygforskningen arbejdes der endvidere på stivelsesnedbrydende enzymer, såsom limit-dextrinase, der kløver forgreningspunkterne i stivelsen. Parallelt forskes der med enzymerne (glucosyltransferaser), der opbygger stivelsen i bygplanten. Begge områder er af stor betydning både for både malting og brygning samt for den generelle forståelse af korns vækst og anvendelse f.eks. til fødevarer til mennesker og dyr.

Den *kemiske forskning*, der har lange traditioner på Carlsberg Laboratorium, understøtter de ovennævnte forskningsområder med hovedfokus på kulhydrater og peptider. Her arbejdes der med nye metoder til karakterisering og analyse af kulhydrater af betydning for brygningen og til udvikling af nye drikkevarer. Karakterisering af kulhydrater og andre naturstoffer med Kerne Magnetisk Resonans (NMR) understøtter bredt forskningen inden for planter og gær. Som i de tidlige dage er en stor del af laboratoriets forskere (pt. ca. 45 medarbejdere i alt) ansat på tidsbegrænsede kontrakter (postdoc'er og ph.d.-studerende), hvilket er med til at give dynamik og løbende tilføre nye ideer og kompetencer. Samtidig er dette balanceret med en del fastansatte teknikere/laboranter og erfarne fastansatte forskere med ph.d.-grader. Dette giver både en kontinuitet og muligheder for at arbejde med projekter, der ikke umiddelbart leder til publikationer. Det er dog klart, at som i laboratoriets tidlige dage bidrager Carlsbergs forskning indirekte til uddannelse af frontforskere.

APPLIED RESEARCH 2011

Afdelingens ca. 40 medarbejdere er tilknyttet projekter med kort eller mellemlang tidshorisont inden for et eller flere af de ovenfor nævnte forskningsområder, dvs. med fokus på byg, gær, ingredienser eller bryggeriteknologi og -kvalitet. I samarbejde med Carlsberg Laboratorium er den anvendte forsknings hovedopgaver at bidrage med nye teknologier og forskningsresultater ved hjælp af discipliner som kemi, biokemi, molekylærbiologi, genetik (herunder byg- og gærforædling), mikrobiologi, bioteknologi og proces-teknologi.

Inden for Carlsbergs *bygforskning* er målet at opnå indgående kendskab til de i bryggeriindustrien anvendte råmaterialer, herunder anvendelsen af disse til nye typer af drikkevarer, for dernæst at omsætte opnået viden til fremstilling af nye innovative kvalitetsprodukter – naturligvis forudsat implementering af effektiv og bæredygtig produktion. Afdelingen bidrager endvidere med ideer og løsninger i forbindelse med Carlsberggruppens omkostningsreduktion- og vækstinitiativer. Efter mange års målrettede forsknings- og udviklingsaktiviteter inden for byg- og maltkvalitetsområdet har Carlsberg nu et af verdens mest lovende maltbygforædlingsprogrammer. En række nye egenskaber er under udvikling og forædling, med forventet markedsføring inden for de kommende 5-10 år. En sådan forædlings-pipeline er kun mulig som følge af en balanceret forskningsstrategi med bidrag fra både strategiske og anvendelsesorienterede projekter. Senere i dette kapitel følger en detaljeret beskrivelse af bygprojektet benævnt Null-LOX.

Gærgruppen udvikler løbende forbedrede gærstammer til produktion af øl. Hvor det overordnede mål naturligvis stedse er at kunne producere øl med ensartet og høj kvalitet, så forskes også i proces- og omkostningseffektive fermenteringsløsninger – både til ølproduktion og udvikling af andre kornbaserede drikkevarer. Et andet projekt fokuserer på forædling af gærstammer, der danner diverse typer af aromastoffer. Parallelt hermed udvikles gærstammer med forbedret stresstolerance under fermentering. Gærgruppen er endvidere ansvarlig for vedligeholdelse og produktion af en bred vifte af rene gærstammer, som rekvireres af Carlsbergs bryggerier.

Forskningsindsatsen under *ingredients*-området påbegyndtes i 2008. Denne gruppe blev etableret med det formål at forske i, og levere, nye produktformuleringer af ingredienser til produktion af kornbaserede drikkevarer. Der studeres ingredienser til fremme af sundhed og velvære i forbindelse med sunde alternativer til f.eks. sukkerholdige eller alkoholiske drikke.

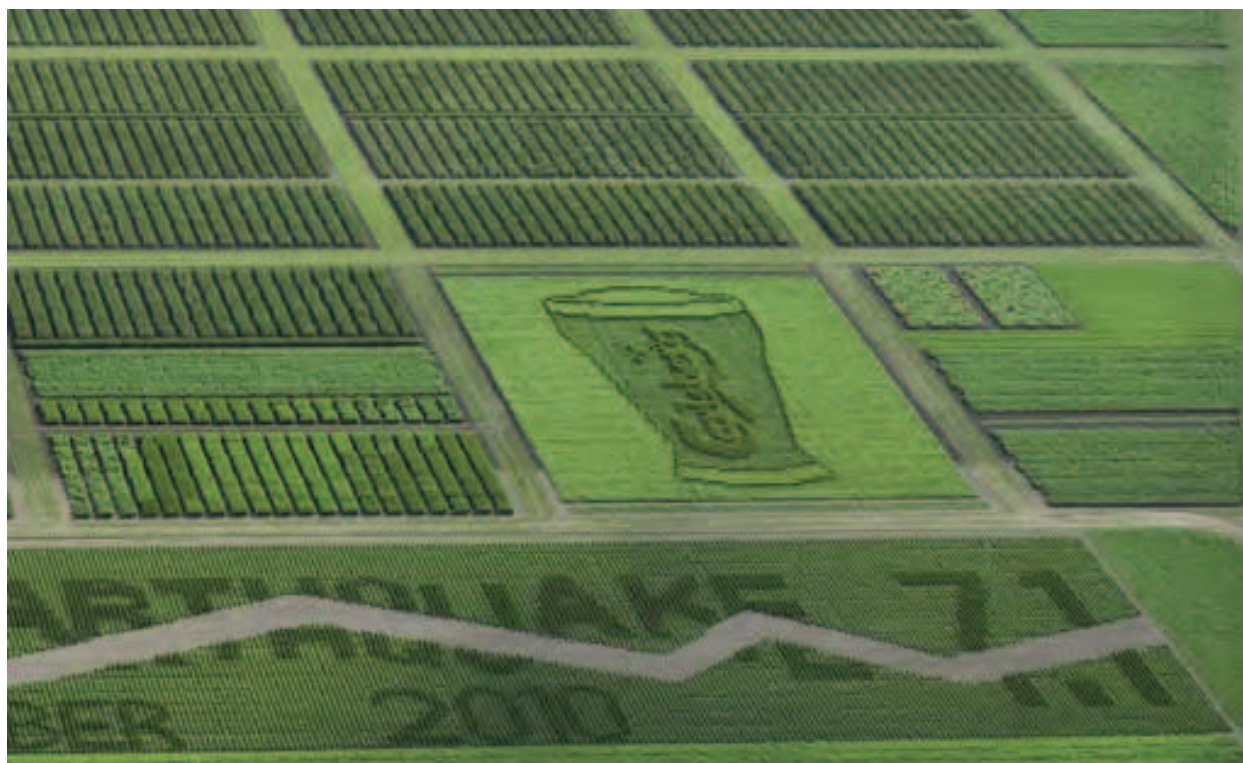
Gruppen med fokus på *bryggeriteknologi* medvirker i forskningsprojekter, der kombinerer praktisk viden om råmaterialer, brygning og gæring til udvikling og optimering af nye teknologier. Der forskes også mod etablering af nye omkostningseffektive og bæredygtige metoder til brygning af produkter med endnu mere ensartet og høj kvalitet. Disse aktiviteter komplementerer initiativer relateret til smagsstabilitet og identificering af molekylære komponenter med indflydelse på smagsoplevelsen. Sideløbende med obligatorisk smagstest af Carlsberg-øl produceret af licensbryggerier forestår afdelingen såkaldte ekspertsmagninger af nye produkter udviklet i Group R&D's forskningsprojekter. Lige siden J.C. Jacobsen etablerede Carlsberg, har en høj og ensartet kvalitet af bryggeriets produkter altid været sat i højsædet. I dag er *Group Quality* centralt placeret i organisationen. Gruppen er ansvarlig for at overvåge og evaluere produktkvaliteten af alle produkter, som produceres i Carlsberggruppen på verdensplan. En anden vigtig funktion, som Group Quality varetager, er at definere alle specifikationer, procedurer, standarder og sikkerhedsforskrifter, som bryggerier, malterier og leverandører skal følge og leve op til. Disse krav sættes for at sikre en høj og god kvalitet af de råmaterialer, ingredienser og pakkematerialer, som anvendes i fremstilling af øl og andre drikkevarer, men også for at sikre, at alle produkter, som produceres, leveres og sælges, er af høj kvalitet.

”THAT CALLS FOR A CARLSBERG”

Den nye verdensomspændende lancering af Carlsberg fokuserer i endnu højere grad på kvaliteten af Carlsberg øl, og Carlsberg præsenterede den nye slogan ”That calls for a Carlsberg” den 5. april 2011. Resultater af forsknings- og udviklingsarbejde af Group R&D i form af en ny gær (234-gæren) og en maltbyg med forbedrede produkttegenskaber (Null-LOX maltbyggen) indgår som hovedingredienserne i Carlsberg øl i dag. Carlsberg Laboratorium med professor Øjvind Winge var pioner tilbage i 1930'erne med henblik på udvikling af de første ”maltbygssorter”. Senere fulgte mange års dedikeret byg- og gærforædling under ledelse af professor Diter von Wettstein og professor Morten Kielland-Brandt, herunder deltagelse i samarbejdet om DNA-sekventering af gærens totale genom. Også grundforskningsindsatsen omkring byggens fedtstoffer bør nævnes, for den akkumulerede viden dannede senere grundlaget for design af nye procedurer i planteforædling. Mange års intensiv forskning er nyligt videreudviklet til banebrydende bryg-relevante forskningsresultater, som nu gør det muligt at realisere anselige kvalitetsløft samt omkostningsbesparelser for produktion af Carlsberg-øl, nemlig den nye Carlsberg-gær og Null-LOX maltbyg.

DEN NYE GÆR 234

I fortsættelsen af Carlsberg Laboratoriums lange tradition i gærphysiologi, forædling og metoder til gærhåndtering blev der fornylig frembragt det nyeste skud på stammen, den nye Carlsberg-gær, også benævnt 234-gæren. Dette var resultatet af 5 års intensiv forædlingsarbejde, udviklet af gærgruppen i Applied Research. Den nye gær bidrager til markante kvalitetsforbedringer af det færdige øl, og den er mere effektiv under gæringsproces. Gæren nedstammer fra den oprindelige Carlsberg-gær, *Saccharomyces carlsbergensis*, som det lykkedes professor Emil Chr. Hansen at re dyrke i 1883. Den nye robuste Carlsberg-gær blev frembragt ved traditionel gærforædling, selektion, og den blev nøje udvalgt efter at være testet i brygforsøg i forskellige bryggerier. 234-gæren bidrager med en kortere fermenteringstid, en forbedret smag og en øget friskhed af øllet. Den nye gær anvendes i dag globalt til al produktion af Carlsberg Pilsner.



FIGUR 2.
Null-LOX markforsøg i 2011
organiseret af Southern Seed
Technology, Irwell tæt på
Christchurch, New Zealand.

MODSTÅENDE SIDE:

FIGUR 3.
Eksempel på ny Carlsberg-reklame
med fokus på den høje kvalitet af
maltbyggen, som anvendes
til Carlsberg-øl.

NULL-LOX BYG

Smagen af et friskt produkt er en central parameter, når kunden vurderer en øl. Og i den sammenhæng er øl ikke forskellig fra mange andre fremstillede produkter eller drikkevarer: frisk øl smager bedst. Desangående eksemplificeres her udviklingen af en helt ny generation maltbyg, benævnt Null-LOX. Den er udviklet ved hjælp af klassisk, traditionel forædling af byggruppen under Applied Research, og hjælper med til at forlænge en øls friske smag. Den første Null-LOX byglinje – navngivet efter det gen, der udtrykker et non-funktionelt lipoxygenase-1 enzym – blev identificeret i 2001. I byg dannes lipoxygenase-1 normalt i embryoet, hvor enzymet deltager i nedbrydning af fedtsyrer under dannelse af flygtige, meget smagsaktive aldehyder. Lignende enzymatiske reaktioner vil under maltningsprocessen danne uønskede forbindelser, der bidrager til ældningssmag i øl lagret over længere tid eller ved høj temperatur. Udviklingen af de uønskede smagskomponenter kan minimeres signifikant, hvis øl brygges på Null-LOX malt. At egenskaben er patenteret i relevante lande anses som medvirkende til Null-LOX byggen kommercielle succes.

Egenskaben Null-LOX i sig selv var ikke altafgørende for succes; den måtte også krydses ind i en passende genetisk baggrund for at være agronomisk bæredygtig. Siden 2001, da der kun fandtes 10 bygkerner af Null-LOX lin-



jen, har Carlsberg derfor haft fuld fart på forædling og produktion af den nye maltbyg. Allerede i dag er Null-LOX byggen fuldt konkurrencedygtig med andre moderne maltbygssorter på markedet, både med hensyn til udbytte, maltkvalitet og plantesygdomme, og der kan forventes en høst på ca. 200.000 ton Null-LOX byg på verdensplan i år (2011). Den hurtige forædling af Null-LOX sorter var mulig gennem et dedikeret udviklingsprogram i Applied Research. Der anvendtes moderne forædlingsteknikker, herunder pollenkultur, og selektion ved hjælp af molekulære DNA markører – foruden høst to gange på et enkelt år ved at fragte nyhøstet korn fra Danmark til vinterdyrkning på New Zealand. Implementering af hurtigmetoderne betød, at tidsrummet fra første bestøvning (krydsning) til myndighedernes sortsgodkendelse kunne begrænses til 4-5 år; straks derefter begyndte kommerciel kornproduktion. Og med analyser af genetiske DNA-markører kunne planteforædleren udvælge de mest egnede sorter at krydse med hverandre, blandt fagfolk kaldt ”arrangerede ægteskaber”. For igen at understrege, at en ny bygsorts succes afhænger af mange forskellige parametre, så var analyser og resultater fra byg-, malt-, urt- og ølanalyser vigtige redskaber, som anvendes i stor udstrækning til test af nye Null-LOX linjer.

Den kontinuerlige forædling af Null-LOX maltbygssorter har en høj prioritet. Der krydses målrettet for at udvikle bæredygtige sorter, der kan dyrkes i forskellige egne og under varierende klimabetingelser. Sorterne Char-may, Cha Cha og Chiraz dyrkes primært i Danmark, Sverige, Finland og Polen, mens Chill, Cheers, Chapeau og Cha Cha foretrækkes i England, Portugal og Frankrig. Carlsbergs bygforædling er ikke blot international i forbindelse med afsætning af sorter, men også i selve forædlingen, idet der opformeres vårbyglinjer på New Zealand (FIGUR 2 viser forsøgsmark på New Zealand (Southern Seed Technology), som også lavede et levende

Carlsberg logo af byg). Faktisk fragtes omkring 3000 forskellige linjer hvert år frem og tilbage til den sydlige halvkugle for, som nævnt ovenfor, at opnå to høstsæsoner pr. år og dermed accelerere forædlingsprogrammet.

Foreløbig har Carlsberg udviklet mere en 10 forskellige null-LOX sorter, som alle er optaget på de danske og europæiske sortslister. Kommerciel dyrkning begyndte så småt i 2007, og arealet med Null-LOX er siden da allerede forøget markant. Langt hovedparten dyrkes konventionelt, mens en lille del dyrkes økologisk.

Null-LOX er nu en integreret del af Carlsbergs agro-projekter og produktionssystemer i Europa (Danmark, Sverige, Finland, England, Frankrig, Tyskland, Portugal, Grækenland, Ungarn, Polen, Tjekkiet, Slovenien, Østrig, Serbien, Kasakhstan, Ukraine, Rusland), men dyrkning foregår også i Australien og på New Zealand.

Indtil videre er den nye maltbyg forbeholdt ølproduktion af Carlsberg-mærket, men sideløbende med større og større dyrkningsareal udvides produktionen til andre mærker i Carlsberggruppen. I 2013 forventes al Carlsberg øl at blive brygget på Null-LOX malt. I dag arbejdes sammen med flere forædlere i Europa og i Australien om den videre udvikling af Null-LOX byg, og byggruppen under Group R&D er allerede et trin videre: udvikling af nye, lovende egenskaber til yderligere forbedring af øllets kvalitet.

Null-LOX maltbyggenes unikke egenskaber, i kombination med den nye Carlsberg-gær, rykker Carlsberg kvalitetsmæssigt op i en højere liga end konkurrenterne. Resultatet er en øl med såvel bedre skum som en friskere smag, der bevares over en længere periode.

Udviklingen af nye typer af maltbyg med nye unikke egenskaber stopper ikke ved Null-LOX byggen. Der arbejdes ihærdigt med næste NextGen Null-LOX, nye spændende bryg-relaterede egenskaber som senere kan kombineres med Null-LOX egenskaben. I tæt samarbejde med Carlsberg Laboratorium arbejdes der i dag bl.a.

FIGUR 4.
”De Gyldne Ord” kaldes ordene fra J.C. Jacobsens testamente, der fastlægger, efter hvilke retningslinjer han ønsker sit bryggeri drevet. Carl Jacobsen gjorde dem også til sine og satte dem på dobbeltporten ”Dipylon”.





med udvikling af maltbygssorter, som er mindre afhængige af daglængde, hvorved der kan sikres bred global adaptation af sorterne fra nord til syd.

Der stilles store krav til fremtidens landbrugsafgrøder på grund af de ekstreme vejrtilstande. Klimaeffekter forudsiger flere hedebølger, længere tørkeperioder og voldsommere regnskyl som en direkte konsekvens af den globale opvarmning. Derfor arbejdes der i dag intensivt med forædling af maltbygssorter for på trods af vejrforhold som tørke, frost og varmestress stadig at opretholde en fortsat god produktivitet.

Samlet set kan Carlsberg Forskning i dag ses som en forening af Bryggerens ambition om altid stræbe efter at lave bedre øl og samtidig bidrage til at sikre Carlsbergs konkurrenceevne langt ind i fremtiden, også globalt set. Dette gælder f.eks. for Carlsberg-øl brygget på 234-gæren og Null-LOX maltbyg, hvilket må anses at være i helt i ånden af J.C. Jacobsens "GYLDNE ORD" (FIGUR 4):

"Ved Carlsberg bryggeriernes drift skal det stadige formål uden hensyn til øjeblikkelig fordel, at udvikle fabrikationen til den størst mulige fuldkommenhed, saaledes at disse bryggerier og deres produkter altid kan staa som et mønster og ved deres eksempel virke til, at ølbryggeriet her i landet holdes paa et højt og hæderligt standpunkt."