

Rugbrød - en kompleks kemisk størrelse

Rugbrød er et alsidigt og billigt levnedsmiddel. Her beskrives rugbrødets kemi, herunder behandles rug, surdej og de forskellige generationer af rugbrød

Af udviklingschef, cand.pharm. Agnete Dal Thomsen, adt@schulstad.dk og produktudvikler, cand.scient. Tina Sejer Lindelov, tsl@schulstad.dk, Schulstad A/S

Vi rugbrødsbagere gør os stor umage for, at rugbrødsskiverne i brødkurven bidrager med et spændende udseende og en god smag. Der er mange forskellige slags rugbrød, lyse eller mørke, med eller uden kerner, med forskellige frø, med en mild eller frisk til syrlig smag, kompakte eller ekstra bløde i krummen – bag ligger mange års arbejde med at forstå rugbrødets kemi.

Ganen, kroppen og transportsystemet

Rugbrød i sig selv har en herlig sammensætning, idet smagen dækker hele spektret for en god oplevelse. Syrligt fra surdejen, sødt fra rugmelets eget ret så høje indhold af mono/ disaccharider (6%) evt. afrundet med tilsat malsirup, bittert fra rugmelets skaldele og salt fra tilsat salt svarende til mellem 1 til 1,3% i rugbrødet. Rugmel er i virkeligheden fuldkornsrugmel. Det vil sige, at hele rugkernen er udmalet med kim og skaller, og fuldkornsrugmel er derfor rigt på kulhydrater, vitaminer, mineraler og kostfibre (14-16%). Den væsentligste kostfiberkomponent er arabinoxylaner, (pentosaner), der udgør 7-12%, efterfulgt af β -glucan og cellulose, hver med 1-2%, mens koncentrationen af lignin ligger på ca. 2% [1]. Fordelingen mellem vandopløselige og ikke-vandopløselige kostfibre er ca. 1:1 [2]. De vandopløselige fibre i kosten danner en gel, som bl.a. forsinket nedbrydningen af stivelsen. Der er derfor en senere frigivelse og dermed en langsommere optagelse af glukose fra tyndtarmen, hvilket er godt for aldersdiabetes. Samtidig opnås mæthed i længere tid, hvilket har stor betydning i en tid, hvor befolkningen som helhed er ved at blive overvægtig. De ikke vandopløselige kostfibre suger vand til sig, hvorved tyktarmindholdet bliver mere lindt, transporten bliver nemmere og hurtigere [11].

Et godt rugbrød er bagt med surdej

I møllen formales korn til mel med forskellig udmalingsprocent. Ved udmalingsprocent forstås den procentdel af kornet, regnet fra kornets midte, der indgår i melet.

Fuldkornsrugmel - i Danmark kaldet rugmel - har en udmalingsprocent på 100%. Mel med en udmalingsprocent på 100% bager ikke så godt som mel af en lavere udmalingsprocent, dels fordi kim og skaller ikke har nogen bageevne, dels fordi partikelstørrelsen af fuldkornsmel i reglen er grovere. Store melpartikler giver mindre brødvolumen, men det er ikke kun derfor, at rugmel har en ringere bageevne end hvedemel.

Det skyldes især rugmelets indhold af pentosaner. Disse slimstoffer gør rugdejen meget klistret samtidig med, at de nærmest overtrækker rugens proteiner. Det gør, at de ikke er i stand til at danne samme elegante glutennetværk, der er den bærende kraft i hvedebrød. Rugbrødet bliver ikke elastisk, ej heller skærbart, og brødvoluminet mangler. Bageevne af rugmel forøges markant, hvis noget af rugmelet syrnes inden rugbrødsbagningen. Syrningen kan opnås med f.eks. mælkesyre, eddikesyre, surmælksprodukter eller pulver sur, men den bedste måde at syrne på er ved brug af surdej [3,4].

Rugsurdej

Surdejen tilfører brødet smag, aroma og gyldenbrun farve, samtidig med at brødets konsistens bliver mere elastisk, klemmeprøven mere positiv, og rugbrødet mere skærbart. Såvel den konsistensmæssige som den mikrobiologiske holdbarhed bliver længere. Sædvanligvis forsyntes ca. 20 til 30% af rugmelet i et rugbrød. Flere syreenheder vil medføre et mindre brødvolumen med en for skarp til syrlig smag af brødet. Højere

PUNKTUDSUGNING

- for sikker udsugning af røg, damp, gas eller støv



EX-beskyttet antikorrosiv. Rækkevidde: op til 2,5 m*



Sugeslange Ø50 - Ø75 mm*



Antikorrosiv sugearm Ø75 mm (PP)

- Elektronik
- Kemi
- Kemisk og farmaceutisk industri

- Laboratorier
- Universiteter
- Skoler
- Sygehuse
- Ortopædi

* findes også elektrisk ledende



Finlandsvej 10 - 8450 Hammel
Telefon 86 96 50 00 - Telefax 86 96 50 10
<http://www.alsident.dk>

GÅSLENT SYSTEM A/S 18 98

forsyningsgrad anvendes kun, hvis høsten er slået fejl. Rugen er da begyndt at spire og er derfor rig på de stivelsesspaltende enzymer, amylaserne. Her gælder det om at få pH ned så hurtigt som muligt i rugbrødsdejen for at hæmme amylaserne, der ellers ville give anledning til klæge brød, af og til med huller under skorpen.

Det anbefales generelt at anvende surdej, hvis det samlede indhold af korn og mel i en opskrift indeholder mere end 20% rugmel.

Surdejens starterkultur

Schulstads surdej har som starterkultur en blanding af 3-4 forskellige livskraftige mælkesyrebakterier af homo- og heterofermentativ (homofermentative mælkesyrebakterier danner nedbrydningsproduktet mælkesyre, heterofermentative danner flere nedbrydningsprodukter – mælkesyre, eddikesyre og luftarter) oprindelse samt 2-3 surdejsgærtyper. Vi finder, at denne sammensætning giver den bedste smag og aroma til vore rugbrød, samtidig med at den mikrobielle holdbarhed af rugbrødet forøges af den eddikesyre, som de heterofermentative mælkesyrebakterier producerer ud over mælkesyre, kuldioxid og alkohol.

Vi har prøvet flere monokulturer af mælkesyrebakterier af såvel homo- som heterofermentativ oprindelse og fundet, at de giver en for ensidig smags- og aromaoplevelse. Der skal surdejsgær til fra starten. Samtidig blev vi opmærksomme på, at der efter opformering af monokultursurdeje uden surdejsgær var en hurtig infektion af gærsvampe fra rugmelet selv. Det betød, at niveauet i »vild« gær efter et par dage var 10^6 /g surdej [5]. Vildgær er ikke velkomne i vores surdejsproduktion, fordi de ikke altid producerer den eftertragtede aroma.

Rugsurdejen er karakteriseret ved at være stabil. En moden, velpasset rugsurdej indeholder mindst 10^6 gærsvampe/- og mindst 10^8 mælkesyrebakterier/g surdej. For at sikre at mælkesyrebakterierne til stadighed udgør den dominerende flora i surdejen, opformeres den med rugmel og vand, så den højst fortyndes 1:10. Mælkesyrebakteriernes antal skal for at være dominerende i den umodne surdej udgøre over 10^7 /g umoden surdej, idet rugmelet kommer til bageriet med forskellige fremmede og uønskede mikroorganismer - ca. 10^6 forrådnelsesbakterier/-, 10^3 »vilde« gærsvampe/- og 10^3 mælkesyrebakterier/-, især *Lactobacillus plantarum*/g rugmel.

Forrådnelsesbakterierne trives bedst under aerobe forhold og høj pH. Heldigvis forbruger den umodne surdejs aktive mælkesyrebakterier og gærsvampe (under modningen) hurtigt ilten og skaber mikraerofile forhold. Samtidig falder pH hurtigt falder pga. produktionen af ny mælkesyre, eddikesyre og CO_2 . Det betyder, at forrådnelsesbakterierne dør. Surdejen modner over 10 til 12 timer, hvilket får mælkesyrebakterierne og gærsvampenes antal til at stige med den ønskede faktor på 10. Modningen er eksoterm, og det er derfor vigtigt at kunne styre udkørselstemperaturen af surdejen. De heterofermentative mælkesyrebakterier producerer ud over syrerne også CO_2 og alkohol, hvorfor surdejen hæver med ca. 20%. En faktor man skal medtage i produktionsplanlægningen. Schulstad har siloer til 4 ton surdej, og det er ikke så sjovt at se surdejen løbe over. Fremstilling af en surdej foregår ved at opformere den modne surdej i slutningen af bakteriernes eksponentielle fase. Det er meget vigtigt, at surdejen ikke står for længe før opformeringen, idet gærsvampene ellers vil aftage i antal.

Aroma og smag

Rugbrødets aroma og smag er også temperaturafhængig. De heterofermentative mælkesyrebakterier producerer en konstant mængde eddikesyre så godt som uafhængig af temperaturen mellem 20-35°C, mens koncentrationen af mælkesyren stiger ved højere temperatur [10]. Dvs. ved højere udkørselstemperatur for surdejen, f.eks. 30°C, er forholdet mellem mælkesyre/eddikesyre større end ved en lavere udkørselstemperatur på f.eks. 22°C. Vi foretrækker en passende mængde eddikesyre, idet eddiken tilfører rugbrødet en let til frisk smag. Forholdet mælkesyre/eddikesyre er 80/20.

Styring af surdejsmængde til rugbrødsdej

Surdejens pH falder under modningen fra ca. 5,3 til 3,8. Samtidig stiger mængden af de titrerbare syrer, og det er dem, der styres efter ved tilsætning af surdej til rugbrødsdejen.

Surdejens syregrad S° , defineres som det antal ml 0,1 N NaOH, der anvendes til at neutralisere 10 g surdej til pH 8,5. 1 ml 0,1 N NaOH ~ 1 SE.

I rugbrødsproduktionen indgår der, ud over rugkerner (hele, skårne, flækkede eller klemte), tre typer mel fra rug: fuldkornsrugmel = rugmel, halvsigtet rugmel, rugsigtemel.

Alt afhængig af valgt rugmelstype, (tabel 1), synes rug-

	Udmaling %	Aske % i tørstof	Kostfibre %	Syrnes / kg ”mel”
Rugmel	100	1,5	14-16	1000 – 1200 SE
Halvsigtet rugmel	85	1,2 – 1,0	12	800 SE
Rugsigte	65	0,6	7	400 – 600 SE
Hvedemel	75	0,6	3	200 SE

Tabel 1. Rug og hvedemel.

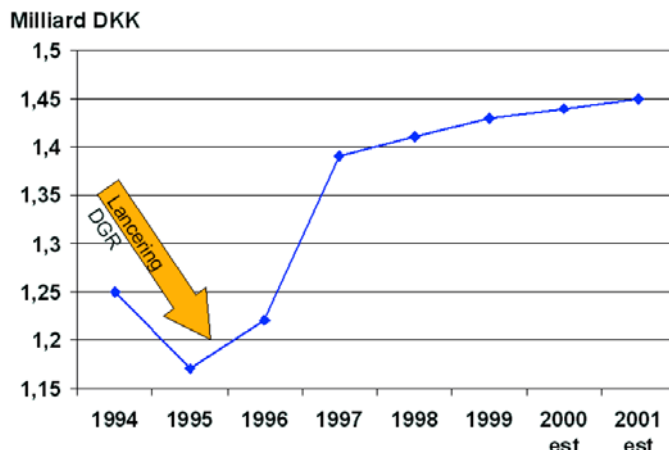
Voksne 15-80 år	1985				1995			
Brød	Rugbrød		Hvedebrød		Rugbrød		Hvedebrød	
g/dag Grovfransk	107		?		63		42 Fransk+ 24	
g/10MJ	96 M	96 K	68 M	70 K	73 M	62 K	67 M	79 K

M= mand, K= kvinde, g/10 MJ = antal gram brød der indtages ved et energiindtag på 10 MJ

Tabel 2. Danskernes rug- og hvedebrødsindtag 1985 og 1995 [6,13].

Figur 2. Det totale rugbrødsmarked i værdi.

Udvikling i det totale rugbrødsmarked



Kilde: AC Nielsen AIM

brødsdejen med de nævnte SE pr. kg (mel + kerner) [3]. Hvedemel er taget med til sammenligning.

Der er en udbredt opfattelse af, at rugmel og hvedemel har samme udmalingsprocent, hvilket er meget forkert, den er henholdsvis 100 og 75. Dansk rugmel er faktisk fuldkornsrugmel, hvilket betyder, at et mørkt rugbrød indeholder ligeså mange kostfibre som et fuldkornsrugbrød. Vi har forsøgt at få myndigheder og møllerne til at ændre navnet rugmel til fuldkornsrugmel, men det har endnu ikke hjulpet.

Mels askeindhold og partikelstørrelse

Mens vi er ved betegnelserne for mel, er det vigtigt at kende melets askeindhold og især partikelstørrelsesfordelingen. Askeindhold giver stødpudevirkning, hvilket har betydning for enzymernes aktivitet, og fine partikler har større overflade, hvorved enzymerne har større nedbrydningsmuligheder. F.eks. kan melets egne phytaser hurtigere nedbryde phytin i fint mel end i grovere, hvorved mineraloptagelsen af f.eks. jern og zink forbedres.

Generationer af rugbrød

Danskernes forbrug af rugmel/rugbrød faldt fra 1985 til 1995, (tabel 2), men i 1996 steg rugbrødsforbruget. En helt ny generation af bløde rugbrød ser dagens lys (figur 2). De nye rugbrød udgør rugbrødsproduktionens tredje generation.

Den første generation af rugbrød bestod af Lyst, Mørkt og Fuldkorn. Rugbrødernes krumme var karakteriseret ved at være tætpoet, meget lidt elastisk, føltes tør til let sandet i munden og havde en lidt sur eftersmag. Vandindholdet var på ca. 36% og kostfiberindholdet på ca. 10%, svarende til 12g/MJ.

Den anden generation af rugbrød, der kommer til verden først i firserne, indeholder ud over Lyst, Mørkt og Fuldkorn også kerneholdige produkter med rugkerner, solsikkefrø og hørfrø. Hos Schulstad finder vi f.eks. Skovmand, Kondi Karl og Glücksburger. Anden generationsrugbrødene er blevet mere saftige og elastiske med et vandindhold på ca. 48%. Det skyldes en nyskabelse i produktionsudstyret, der gør det muligt at sprøjte rugdejene ud i stedet for at presse eller rulle dem ud. Rugdejene kan føres mere våde, hvorved stivelsen forklistrer mere intenst under bagningen, og væk er den sandede mundoplevelse. Kostfiberindholdet i rugbrødene falder helt naturligt på grund af rugbrødernes højere vandindhold fra 10% kostfibre til ca. 8% i Mørk og Fuldkorn, men stadigvæk svarende til 10g kostfibre/MJ. Rugmelet er altså ikke blevet mindre udmalet. Først i halvfemserne faldt rugbrødssalget med et par procent hvert år. Forbrugeren var

blevet trætte af de stadig noget bastante, let bitre og lidt for sure rugbrød, og især kvinderne og de unge søgte over til hvedebrødshylderne (tabel 2).

Der måtte nytænkning til. Helt naturligt skævede vi til

**Lovpligtig
Arbejds miljøuddannelse**
Fem eller flere ansatte

**På
EUC Sjælland**

Alle i sikkerhedsgruppen skal have den lovpligtige 37 timers uddannelse i arbejdsmiljø.

Arbejds miljøuddannelseskursus

- Pris kr. 3700,- ekskl. moms pr. deltager (omfatter undervisning, kursusmateriale og forplejning).
- Der veksles mellem selvstændigt arbejde, gruppearbejde samt undervisning.
- Moderne kursusfaciliteter, godkendt til at gennemføre alle arbejdsmiljøkurser.

Virksomhedstilpasset kursus

Har De specielle ønsker om kursusindhold, kan vi tilbyde dette, afholdt på Deres virksomhed.

Ring på tlf. **56 31 68 25** for yderligere oplysninger.

EUC Sjælland har en afdeling i Køge, Haslev og Næstved. Vi har ca. 1.900 elever og 400 medarbejdere og råder over 50.000 m² bygning.

Se også vores hjemmeside:
www.arbejdsmiljoekurser.dk



EUC
S J Æ L L A N D
Erhvervs Uddannelses Center

hvedemel, der udgør den indre del af hvedekernen. Måske ville den indre del af rugkernen, halvsgtet rugmel og rugsigtemel også bage bedre end rugmelet, ikke kræve så meget surdej og give en mere blød krumme uden den let bitre smag fra rugskal-lerne. Kort sagt ville disse meltyper sikkert kunne give forbru-geren en mere mild og blød smagsoplevelse. Forsøgene var positive, og rugbrødene af tredje generation var skabt.

Den tredje generation af rugbrød fra Schulstad består af serien, Det gode rugbrød. Serien indeholder: Mørk maltet, Solsikke og Grovkerne. Alle bagt uden hvedemel.

Især Solsikkerugbrødet er populært. Solsikkekerne giver noget at tygge på og tilfører et nøddeagtigt pift til smagen. Men solsikkekerne indeholder fedt, hvilket afspejler sig i solsikkerug-brødets fedtprocent, der er på 8,5, svarende til en fedtenergi-procent på 30, (tabel 3).

Solsikkerugbrødet er så blødt, at det ofte spises uden smør. Solsikkefrøene indeholder »sund fedt« (se *** i tabel 3) og godt med E-vitamin (fedtopløseligt vitamin med antioxidativ virkning) [7].

Kostfiberanalyser på hørfrø

Hvad angår kostfiberindholdet i hørfrø, kunne vi godt ønske os, at Fødevarerdirektoratet udfyldte rubrikken med hørfrøs indhold af kostfibre i de officielle levnedsmiddeltabeller. I dag er den gabende tom. Kostfiberanalysen AOAC, der anvendes i Danmark, er meget vanskeligt at udføre på hørfrø, idet hørfrø indeholder meget fedt. Sædvanligvis foretages en fedtekstraktion, hvis produktet skønnes af have mere end 5% fedt. Det betyder, at de fedtopløselige kostfibre medekstraheres og derved fjernes. Derfor indgår de ikke i den videre kostfiberanalyse. Hørfrøenes kostfiberkoncentration

bliver derfor sat for lavt i Danmark, hvor de fedtopløselige kostfibre mangler. Vi har fået oplyst fra Fødevarerdirektoratet, at hørfrøs kostfiberindhold i Danmark bør sættes til 25% for at være på den sikre side, selv om man godt ved, at den er væsentlig højere. Hørfrøs kostfiberindhold er angivet til 40% bl.a. hos Carter [8] og til 38,6% i den helt nye tyske levnedsmiddeltabel [12]. Det bliver til mange procent kost-fibre, som vi ikke har lov til at skrive i vores deklarationer på rugbrød med hørfrø.

Fremtid

I de senere år har der været forsket intenst i betydningen af plantelignaner, også kaldet fytoøstrogener. Dem vil vi komme til at høre mere om i fremtiden. Den store interesse skyldes, at en række undersøgelser peger på, at fytoøstrogener måske har positive effekter på hormonrelaterede kræftformer som bryst og prostatakraft og eventuelt andre af de såkaldte velfærds-sygdomme. Plantelignaner findes i cerealier, men indholdet er højest i rug. I rug sidder de fortrinsvis i skaldelene [1].

Man kan også forvente en del debat om frø og kerner indhold af tungmetaller, f.eks. bly og cadmium. Dette vil måske fremme udbuddet af brødtyper bagt af mel fra det indre af kernerne, men konsekvensen af det bliver, at vi så kommer til at mangle fytoøstrogener og kostfibre, især de cellulosehol-dige.

Schulstad har i samarbejde med Brittmarie Sandström og Marianne Hansen, Institut for Human Ernæring, KVL et 3-4 års projekt kørende omkring calcium og jerns optagelse fra rugbrød. Projektet nærmer sig sin afslutning, og et delprojekt har vist, at calcium optages ligeså godt fra rugbrød som fra mælk [9]. Vi glæder os til at bringe de næste resultater.

	2. generation			3. generation			Det gode kernerugbrød	Toast	Burgerbolle
	Mørkt rugbrød	Fuldkorn rugbrød	Skov-mand	Solsikke	Mørkt Maltet	Grov Kerne	Yoghurt		
Energi (kJ) i 100 g	770	770	770	1050	840	910	900	1140	1190
Gram pr. 100 g									
Fedt	1,5	1,5	1	8,5***	1,5	3	5,5	4	8
Protein	6	6	6	8	5	6	9,5	9	5,5
Kulhydrat	36	36	37	35	41	41	31,5	49,5	47
Kostfibre	9	9	8	7	5	7	7	3,5	2,5
Kerne %	0	15	19	27	0	16	8	0	0
Energifordeling i %									
Fedt	7	7	5	30	7	12	23	13	25
Protein	13	13	13	13	10	11	18	13	8
Kulhydrat	80	80	82	57	83	77	59	74	67
Kostfibre g/MJ	12	12	10	7	6	8	8	3	2
Anbefalet Energifordeling i %									
Fedt	Maks. 30								
Protein	10-15								
Kulhydrat	Min. 55								
Kostfibre g / dag	20-35								

*** Solsikkerugbrødets 8,5 g fedt/100 g rugbrød består hovedsagelig af 1 g mættet, 2 g monoumættet, (oliesyre), 4 g polyumættet, hvoraf 2 g stammer fra n-6 (linolsyre) og 1 g fra n-3 (linolensyre).

Tabel 3. Kostberegninger for rug- og hvedeprodukter.



- Titratorer
- pH-metre
- Pipetter
- Iltmålere
- Densitetsmålere
- Refraktometre
- Termoanalyseudstyr
- Reometre
- Massekomperatorer
- Synteseudstyr
- Automatiseringsudstyr
- Tørstofmålere
- Vejerobotter
- Laboratorievægte
- Mikrovægte
- Industrivægte
- Lodder
- Akkrediteret prøvning
- Service

Mettler-Toledo AS
 Naverland 8
 2600 Glostrup
 Tlf. 43 27 08 00
 Fax 43 27 08 28
 www.mt.com
 info.mtdk@mt.com

METTLER TOLEDO

ANALYTICAL



Figur 1. Vægmaleri fra Rhamses den III's grav.

Udvikling

Bagning med surdej har været kendt i mange tusind år. På figur 1 ses et vægmaleri fra det første forkammer til venstre i Ramses den III's grav i Luxor (1200 f.Kr.). Desværre er maleriet næsten gået til på grund af lys og pilfingrende turister.

Til venstre på illustrationen springer to tjenere fra hofbageriet rundt i dejtruget, så man ikke smørsyre kommer med som ekstra syre. Mod højre bringes dejen til bagerens bord. Fantasisfulde forme hænger på væggen, snegle bages i bækkenet, antagelig i olie, brød bages i asken fra den bistadelignende ovn, lavet af lerklinede mursten. Ovnens har hul foroven, således at røgen kan komme ud og »ovnlåge« forned i siden.

I det gamle testamente berettes der om, at der ikke var tid til at bage med surdej, da Moses førte jøderne gennem det Røde hav. Senere berettede Herodot om sin undren over, at ægypterne anbragte brøddejen i det fri for, at den kunne »råдне«, mens man i Grækenland gjorde alt, hvad man kunne for at sætte maden koldt. Ægypterne brugte moden dej som surdej, ligesom vi gør, medens grækerne hurtigt fandt på at fremstille fabriksfærdig sur, henholdsvis ædelsur eller tørsur.

Ædelsuren var fremstillet ud fra druesaft med formålet hirse. Tørsuren var fremstillet ud fra en flere dage gammel most, æltet med hvedeklid og tørret i solen [4].

Referencer

1. Nilsson M et al.: Content of nutrients and lignans in roller milled fractions of rye. J. Sci. Food. Agric. 73, 143-48, 1997.
2. Hansen I og Englyst HN: Dietary fibre in some Scandinavian Breads. Näringsforskning. Årg 32, 108-12, 1988.
3. Thomsen AD: Mig og mit rugbrød. 1987. ISBN 87-87436-59-2
4. Spicher G og Stephan H: Handbuch sauerteig. Biologie, biochemie, technologie. Behr's verlag, 1987.
5. Thomsen AD og Møller Andersen H: Starterkulturer. Kvalitetsforbedring af rugbrød – proces og produktion, 1988. ISBN 87-87430-92-4
6. LST (levnedsmiddelstyrelsen): Danskernes kostvaner 1995, Hovedresultater, 1996
7. Levnedsmiddeltabeller. Levnedsmiddelstyrelsen. 4 udg., 1996.
8. Carter: Potential of flaxseed and flaxseedoil in baked goods and other products in human nutrition. Cereal food world, vol. 38, no. 10, 753-58, 1993.
9. Boberg S: Biotilgængelighed af jern og calcium fra beriget rugbrød. Specialeafhandling, FHE, KVL, 1998.
10. Hansen Å et al.: Flavour production and acidification of sourdoughs in relation to starter culture and fermentation temperature. Lebensm. – wiss. u. –technol., 22, 145-149, 1989.
11. Roberfroid MB: Dietary fibre, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 33, suppl. 2, 103-48, 1993.
12. Souci, Fachmann, Kraut: Food composition and nutrition tables. 6. ed. 2000. ISBN 3-8763-076-9.
13. Fagt S og Groth M: Udviklingen i danskernes fødevarerforbrug 1955-1990. Levnedsmiddelstyrelsen. Publikation nr. 214, 1992.