

## Hodnotenie fermentačnej aktivity pekárskych kvasníc

LUDMILA MITTERHAUSZEROVÁ a LUDMILA SEDLÁROVÁ, Výskumný ústav liehovarov a konzervární, Bratislava

663.14

Fermentačná aktivita pekárskych kvasníc sa stanovuje v dvoch základných druhoch substrátov: v ceste rôzneho zloženia a v roztokoch čistých cukrov. Používanie čistých cukorných roztokov má výhody v tom, že hodnotí fermentačnú schopnosť kvasiniek nezávisle na premenlivosti múky. Tento údaj však nevystihuje úplne uplatnenie sa kvasiniek v pekárstve, pretože v ňom nie je zahrnutý vplyv rôznych rastových látok cesta na kvasinky, vplyv enzymatickej aktivity kvasiniek na polysacharidy múky a konzistenciu cesta a nezachycuje tiež širokú paletu voľných mono- a disacharidov prítomných v ceste [4, 7]. Preto údaje o kvasivosti v cukorných roztokoch bývajú iba doplnkovými údajmi mohutnosti kysnutia v ceste.

Pre prevádzkové hodnotenie fermentačnej aktivity pekárskych kvasníc v ceste sa používa metóda, založená na meraní času, za ktorý dosiahne cesto štandardného zloženia určitý objem [3]. Uvedená metóda však má niekoľko nevýhod. Predovšetkým je to skutočnosť, že na analýzu sa vyžaduje pomerne veľké množstvo vzorky kvasníc (5 g na jedno stanovenie). Tento fakt bráni jej širšiemu využitiu vo výskume, keď ide o zhodnotenie väčšieho množstva vzoriek kvasníc, ktoré sú obyčajne k dispozícii iba v malých množstvách. Metóda zanedbáva niekoľko faktorov, ktoré čiastočne ovplyvňujú presnosť výsledku. Je to kolísavý atmosférický tlak, ktorý síce možno zanedbať pri výskumnej práci, kde sa pracuje s kontrolnými vzorkami droždia, ale nie v prevádzke, kde kontrolné vzorky neprichádzajú v úvahu. Metóda tiež neuvažuje kolísanie sušiny sledovanej vzorky kvasníc. Ďalším zdrojom nepresností môžu byť vzduchové bubliny, vznikajúce pri vkladaní cesta do foriem, prípadne nedostatočné temperovanie cesta pri jeho miesení.

Aby bolo možné pracovať aj s menšími množstvami vzoriek kvasníc, vypracovávali sa metódy, kde sa sledovala aktivita kvasiniek v ceste menšieho objemu. Podľa „karlsruhskej metódy“ sa na meranie používa cesto z 50 g múky. Po dosiahnutí určitého objemu v presne definovanej nádobe z plexikla sa dáva do činnosti signalizačné zariadenie [5].

Popri uvedených technických faktoroch je u uzančnej metódy vážna i skutočnosť, že nesleduje priebeh fermentačného procesu a že jedna doba kysnutia často nevystihuje uplatnenie sa droždia v pekárskom postupe. Vyvíjali sa preto rôzne registračné aparatúry, ktoré zaznamenávali priebeh narastania cesta (švédsky prístroj SJA, Brabenderov fermentograf).

Mnohé ďalšie metodiky boli orientované na meranie celkového množstva vyprodukovaného kyslíčnika uhličitého, a to na princípe manometrickom alebo volumetrickom. Pri porovnávaní týchto dvoch spôsobov merania je zrejme výhoda volumetrického princípu v tom, že sa nevyžaduje presná kalibrácia

objemu jednotlivých častí aparatúry a že umožňuje výmenu členov každej jednotky. Z manometrických metód je to napr. meranie podľa *Blischa* [9], Warburgova metóda, upravená pre meranie aktivity droždia v suspenzii múky [6] a pod. Z volumetrických metód možno menovať napr. prístroj podľa *Schultza* a sp. [9], Burrows-Harrisonov fermentometer [1] a iné.

Na sledovanie aktivity pekárskeho droždia v roztokoch cukrov sa často využíva Warburgov aparát. Do prevádzkovej kontroly bola zavedená metóda podľa *Kusserova*, opísaná v JAM. Jej princípom je meranie objemu CO<sub>2</sub>, vytvoreného kvasením 10% roztoku cukru. Nevýhodou metódy je značná spotreba materiálu (pracuje so 400 ml 10% roztoku cukru). Nepresnosti sú spôsobované tiež tým, že roztok pri analýze nie je miešaný a teda výsledky budú ovplyvňované rôznou sedimentačnou schopnosťou kvasiniek.

Predpokladom dobrého uplatnenia sa kontrolnej metódy je popri zabezpečovaní zodpovedajúcich a reprodukovateľných výsledkov rozborov jej technická a pracovná nenáročnosť, možnosť práce i s malými vzorkami materiálu vo väčších sériách vzoriek. Všetkým uvedeným požiadavkám relatívne najlepšie vyhovuje fermentometrická metóda *Burrowsa* a *Harrisona*. Princípom metódy je meranie objemu CO<sub>2</sub>, vyvinutého z malých množstiev riedkeho cesta v konštantných podmienkach teploty na vodnom kúpeli. Vplyv kolísavého atmosférického tlaku sa eliminuje prepočtom na normálne podmienky. Pri zavádzaní sériového testovania aktivity pekárskeho droždia sa teda vychádzalo z tejto metódy.

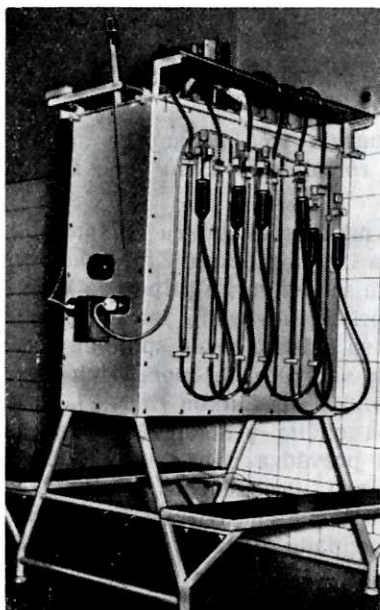
### Experimentálna časť

Na základe údajov *Burrowsa* a *Harrisona* [1] bol skonštruovaný prístroj na hodnotenie fermentačnej aktivity pekárskeho droždia. Aby bolo možné univerzálnejšie využitie prístroja, zaradilo sa do konštrukcie trepacie zariadenie s regulovateľnou rýchlosťou trepania (asi 30, 100 a 150 kyvov/min). Prístroj tak umožňuje merať narastanie objemu cesta a celkového množstva vyprodukovaného kyslíčnika uhličitého v ceste alebo v roztokoch cukrov. V súčasnej dobe bolo k fermentometru zhotovené registračné zariadenie [8], umožňujúce plynulú registráciu celkového množstva vyprodukovaného kyslíčnika uhličitého.

### Konštrukcia prístroja

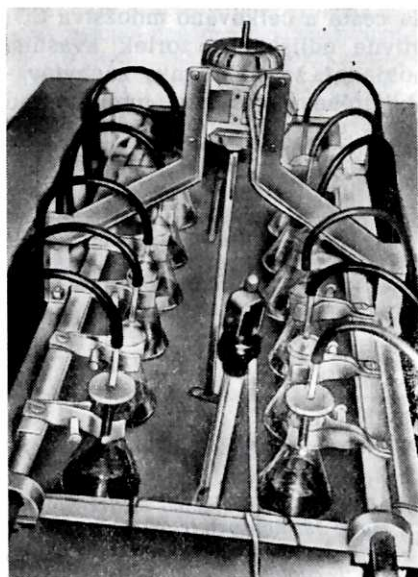
Na stojane celkovej výšky asi 115 cm je umiestnený temperovací vodný kúpeľ približných rozmerov 75×30×30 cm. Po stranách stojana sú stupienky na uľahčenie manipulácie pri upevňovaní fermentačných nádob (obr. 1). Temperovací kúpeľ je elektricky vyhrievaný s automatickou reguláciou na 30 ± 0,1 °C. Homogenizácia vody je zabezpeče-



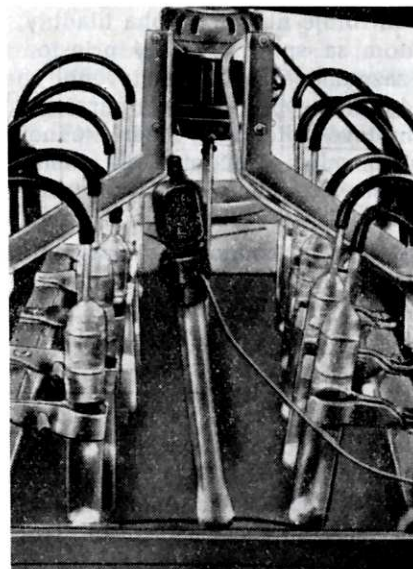


Obr. 1. Prototyp fermentometra

ná miešadlom, poháňaným elektromotorkom, umiestneným v strede kúpeľa. Nad vodným kúpeľom je na každej strane 6 držiakov na spoločnom ramene, pripojenom na trepacie zariadenie. Držiaky slúžia na upevnenie fermentačných nádobiek. Z vonkajšej strany prístroja je na každej strane upevnených 6100 ml byriet, delených po 0,2 ml, na meranie objemu vyprodukovaného kyslíčnika uhličitého. Byrety majú nulu v hornej časti, pri trojcestnom kohútiku. Na tomto konci sa pomocou gumenej hadičky pripájajú na ústie zábrusu fermentačnej nádoby (obr. 2 a 3). Na dolnom konci sú byrety zúžené do trubičky a gumennou hadičkou dĺžky byrety sú spojené s nivelizačnou nádobkou obsahu asi 200 ml. Nivelizačné nádoby sú upevnené na tyči tak, že je umožnený ich plynulý pohyb pozdĺž byrety pre vyrovnanie hladín roztoku v byrete i nivelizačnej nádobke, a tým aj vyrovnanie tlaku vo vnútornom fermentačnom priestore na atmosférický tlak. Nivelizačná nádobka sa plní roz-



Obr. 2. Fermentačné nádoby pri meraní aktivity v roztokoch cukrov



Obr. 3. Fermentačné nádoby pri meraní aktivity v ceste

tokom chloridu vápenatého tohto zloženia: 200 g bezvodého chloridu vápenatého a 10 g chloridu mčnatého sa rozpustí vo vode (lepšie rozpustenie možno dosiahnuť prídavkom malého množstva HCl) a doplní sa do 2000 ml. pH roztoku nesmie presahovať 5,0. Plnenie nivelizačnej nádoby musí byť také, aby pri jeho umiestnení v maximálnej výške bola hladina v byrete nulová alebo mierne záporná. Ako fermentačné nádoby na meranie aktivity v ceste slúžia 100 ml kalibrované valce a na meranie aktivity v roztokoch cukrov 200 ml Erlenmayerove banky, oboje s normalizovaným zábrusom v hrdle.

#### Stanovenie fermentačnej aktivity v ceste

V 12člennej sade fermentometra možno súčasne testovať 4 vzorky droždia v troch paralelkách. Aby bolo možné súčasne sledovať okrem celkového množstva vyprodukovaného  $\text{CO}_2$  i  $\text{CO}_2$  zachytávaný v ceste, upustilo sa od používania riedkych ciest a volilo sa zloženie cesta, používané pri uzančnej metóde. Cesto sa pre tri paralelky miesi naraz, z neho sa potom navažuje 30 g pre každé meranie.

##### Zloženie cesta:

- 70 g múky,
- 35 ml solný roztok (2,86 g NaCl doplnené do 100 ml)
- 5 ml kvasničnej suspenzie (5 g kvasníc o sušine asi 25 až 29 % sa rozmieša v 15 ml vodovodnej vody).

Sušina sa zaistuje vysušením 1 ml kvasničnej suspenzie v priebehu 3 hodín pri 100 až 105 °C v malých sklenených vysúšačkách celkovej váhy asi 3,5 g. Od tejto sa odpočíta sušina 1 ml použitej vodovodnej vody, vysušenej tým istým spôsobom.

Múka a solný roztok sa pred miesením teperujú 1 h pri 30 °C. Cesto sa miesi 2 min vo vytemperovanej nádobe stierkou a 1 min hnetením v rukách. Z neho sa navažuje 30 g, vkladá sa do vytemperovaných valcov, povrch cesta sa vyrovná tyčinkou s kruhovite rozšíreným koncom a odčíta sa jeho objem. Valec sa uzatvorí zábrusom, namazaným vazelínou, vloží sa do vytemperovaného kúpeľa a gumennou hadičkou sa spojí s byretou. V byrete sa



skontroluje nulová poloha hladiny, trojcestným kohútom sa spojí vnútorný priestor valca s byretou a zaznamená sa čas nastavenia analýzy pre každú jednotku osobitne (medzi paralelkami bývajú jednominútové intervaly, medzi jednotlivými vzorkami asi 5 min). Odčítania sa robia v 30min intervaloch. Pre charakteristiku fermentačnej aktivity vzorky droždia postačuje dvojhodinové sledovanie.

Namerané hodnoty sa upravujú na normálne podmienky tlaku a teploty (760 mm Hg a teplotu 0 °C). Výsledky sa upravujú na 100 mg kvasničnej sušiny, takže celkový prepočet je nasledovný:

$$x = \frac{h \cdot k \cdot 100}{\text{sušina v mg/ml} \cdot b}$$

kde  $h$  je hodnota odčítaná z byrety, pre vyjadrenie celkového množstva produkovaného  $\text{CO}_2$  alebo rozdiel medzi konečnou a počiatočnou hodnotou objemu cesta pre vyjadrenie  $\text{CO}_2$ , zachyteného v ceste;

$k$  je korekčný faktor prepočtu zisteného objemu  $\text{CO}_2$  na normálne podmienky podľa tabuliek (2);

$b$  je množstvo suspenzie kvasníc v jednom valci. Túto hodnotu možno zistiť jednoduchým prepočtom z celkovej váhy cesta, mieseného s 5 ml kvasničnej suspenzie.

Pri celkovej váhe 108,73 g (experimentálne zistená priemerná hodnota viacerých meraní) je v 30 g cesta zastúpené 27,6 %, čo je z 5 ml kvasničnej suspenzie 1,38 ml.

**P r í k l a d :**

Celkové množstvo  $\text{CO}_2$  vyprodukované vzorkou kvasníc v priebehu 2 hodín, odčítané na byrete je 78,8 ml; atmosférický tlak: 759,5 mm Hg; teplota miestnosti 24 °C; teda hodnota  $k$ , zistená z tabuliek je 0,91855. Sušina kvasničnej suspenzie: 69,99 mg/ml. Potom skutočné množstvo kvasnícami vyprodukovaného  $\text{CO}_2$  v priebehu dvoch hodín, za normálnych podmienok tlaku a teploty je:

$$\frac{78,8 \times 0,91855 \times 100}{69,99 \times 1,38} = 74,9 \text{ ml } \text{CO}_2 / 100 \text{ mg kvasničnej sušiny.}$$

#### Stanovenie fermentačnej aktivity v roztokoch cukrov

Koncentrácia roztoku cukru a pomer kvasničnej sušiny sa volil ten istý, ako sa používa v prevádzko-

vej kontrole [3]. Plnenie fermentačných nádobiek je nasledovné:

18 ml roztoku cukru (27,8 g cukru sa rozpustí vo vode a doplní na 250 ml),

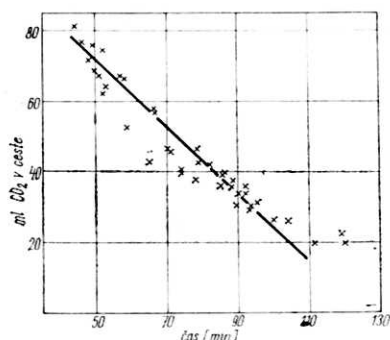
2 ml kvasničnej suspenzie (5 g kvasníc o sušine 25 až 29 % sa rozmieša v 15 ml vodovodnej vody).

Po vytemperovaní 18 ml roztoku cukru vo fermentačných nádobkách sa k nim pipetujú 2 ml kvasničnej suspenzie, nádobka sa uzatvorí a pripojí sa k byrete podobne ako pri stanovovaní fermentačnej aktivity v ceste. Aby sa zaistilo tesné spojenie fermentačných nádobiek s byretou aj počas ich trepania, zábrus sa upevňuje spružinkou (obr. 2). Čas uzatvorenia byrety sa odčíta pre každú jednotku osobitne. Meranie sa prevádza 2 hodiny a odčíta sa v 30 min intervaloch. Prepočet je analogický ako u merania fermentačnej aktivity v ceste, iba hodnota  $b$  je v tomto prípade rovná 2.

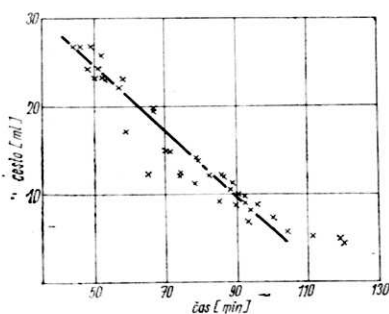
#### Výsledky

V priebehu prevádzania analýz na fermentometri sa ukázalo, že metóda je spoľahlivá a dobre reprodukovateľná. Stredná chyba stanovenia fermentačnej aktivity u doteraz analyzovaných vzoriek droždia je 0,567 ml na 100 ml vyprodukovaného  $\text{CO}_2$ , s variačným rozpätím 0 až 1,45 ml. Aby sa zistilo, či je možné uvažovať o zavedení fermentometrickej metódy i v prevádzkovej kontrole, dávali sa získané výsledky stanovenia fermentačnej aktivity v ceste a cukorných roztokoch do korelácie s výsledkami, získanými uzančnou metódou. Korelačné koeficienty týchto vzťahov, počítané bežnými štatistickými metódami, sú uvedené v tabuľke 1 a závislosti sú graficky znázornené na obr. 4, 5 a 6.

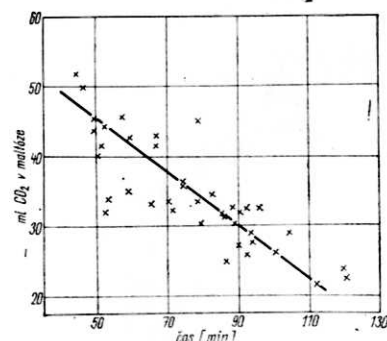
Pre celkové hodnotenie narastania objemu cesta sa volil hodinový interval z toho dôvodu, že tento za 1 h dosahoval u lepších vzoriek temer svoj maximálny objem a za 2 h sa rozdiely medzi jednotlivými vzorkami vyrovnávali. Že táto hodnota lepšie charakterizuje fermentačnú aktivitu sledovanej vzorky kvasníc vidieť i z obr. 7, kde je znázornený priebeh narastania cesta a celkového množstva  $\text{CO}_2$  u dvoch, kvalitatívne odlišných vzoriek kvasníc. Možno tiež predpokladať, že podmienky zachytávania kyslíčnika uhličitého v ceste za prvú hodinu



Obr. 4. Korelácia medzi hodnotami fermentometricky stanoveného množstva  $\text{CO}_2$  v ceste a I. dobou kysnutia, stanovenou uzančnou metódou

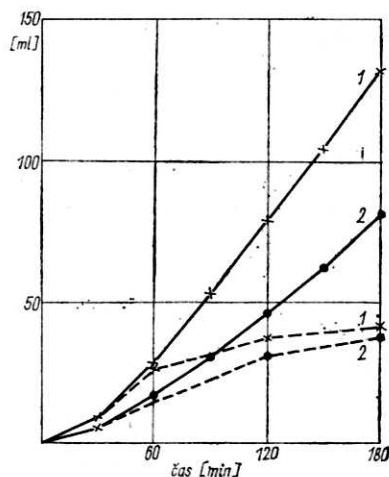


Obr. 5. Korelácia medzi hodnotami narastania objemu cesta vo fermentometri a I. dobou kysnutia, stanovenou uzančnou metódou



Obr. 6. Korelácia medzi hodnotami fermentometricky stanoveného množstva  $\text{CO}_2$  v roztoku maltózy a I. dobou kysnutia, stanovenou uzančnou metódou





Obr. 7. Priebeh narastania cesta a množstva vytvoreného  $\text{CO}_2$  u dvoch rôznych vzoriek pekárskeho kvasníc

— celkové množstvo v ceste vytvoreného  $\text{CO}_2$   
 - - - - - prírastky objemu cesta

zhruba odpovedajú podmienkam I. doby kysnutia pri uzančnej metóde.

Ako vyplýva z vysokých korelačných koeficientov, uvedených v tabuľke 1, i z grafov, je vzťah medzi hodnotami fermentačnej aktivity v ceste, získanými oboma metódami, úzky. Slabšia korelácia medzi mohutnosťou kysnutia v ceste a stanovením kvasivosti v roztoku maltózy je pochopiteľná, keď si uvedomíme veľké rozdiely v oboch substrátoch čo do zloženia živín a je zrejme, že nemožno očakávať jednotné reagovanie rôznych kmeňov s rozličným enzymatickým systémom na tak rozdielne podmienky.

### Súhrn

Pre vypracovanie objektívnej metódy hodnotenia fermentačnej aktivity pekárskeho kvasníc, vhodnej pre sériové rozbor, bol na základe údajov v litera-

Tabuľka 1

Korelačné koeficienty, vyjadrujúce vzťahy medzi fermentometrickým a uzančným spôsobom merania aktivity pekárskeho kvasníc

	Fermentometricky		Uzančne
	celkový $\text{CO}_2$ v maltóze v ml/2 h	objem cesta v ml/1 h	I. doba kysnutia v min
Fermentometricky			
celk. $\text{CO}_2$ v ceste v ml/2 h	0,838	0,960	— 0,938
celk. $\text{CO}_2$ v maltóze v ml/2 h	—	0,818	— 0,819
objem cesta v ml/1 h	—	—	— 0,940

túre zostrojený prístroj na hodnotenie fermentačnej aktivity pekárskeho kvasníc v ceste. Trepacie zariadenie prístroja umožňuje jeho univerzálnejšie využitie i pre analýzy v homogenizovaných tekutých substrátoch. Výsledky fermentometrických rozborov sa dávali do korelácie s výsledkami hodnotenia mohutnosti kysnutia v ceste uzančnou metódou. Príslušné vzťahy sú vyjadrené korelačnými koeficientami a graficky znázornené.

Technicky spolupracovala Mária Kubinecová.

### Literatúra

- [1] Burrows, S.: - Harrison, J. S.: Routine Method for Determination of the Activity of Baker's Yeast. — „Jour. Inst. Brew.“, 56, 1951: 39—45.
- [2] Hanč, O.: Chemická laboratorní příručka, Praha, 1951: 166—173.
- [3] JAM — DROŽDÍ, Praha, 1958.
- [4] Koch, R. B. - Smith, F. - Geddes, W. F.: The Fate of Sugars in Bead Doughs and Synthetic Nutrient Solutions Undergoing Fermentation With Baker's Yeast. = „Cereal Chemistry“, 31, 1954: 55—72.
- [5] Reiff, F. a sp.: Die Hefen II., V. Hans Carl, Nürnberg, 1962: 599.
- [6] Stuchlík, V. - Ginterová, A. - Mitterhauszerová, E.: Studium vztahu mezi klasickou metodou a manometrickými metodami určování kvality pekárskeho droždí. = „Technika výkupu, mlynářstva a pekárstva“, 6, 1960: 373—376.
- [7] Tichá, J. - Bartlová, D. - Trojan, M.: Kvalitativní stanovení cukrů v pšeničné mouce, těstě a pečivu. = „Mlýnskopekárenský průmysl“, 11, 1965: 306—307.
- [8] Vaňo, F.: Nepublikované výsledky.
- [9] White, J.: Yeast technology, London: Chapman and Hall, 1954.

Došlo do redakcie 16. 3. 1966

### ОЦЕНКА БРОДИЛЬНОЙ СИЛЫ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

В статье описываются функция и конструкция прибора для измерения броидильной силы хлебопекарных дрожжей в тесте. Прибор был создан с использованием данных, приведенных в технической литературе. Встряхивающее устройство придает прибору универсальный характер и его можно, следовательно, применять для анализов гомогенизированных жидких субстратов. Составлена корреляция между результатами ферментометрических измерений и оценкой всхожести теста, определяемой обычными методами.

### BEURTEILUNG DER FERMENTATIONS-AKTIVITÄT DER BACKHEFE

Nach Literaturangaben wurde ein Apparat zur Ermittlung der Fermentationsaktivität der Backhefe im Teig konstruiert. Die Schüttelvorrichtung der Apparatur ermöglicht universale Anwendung auch zu Analysen in homogenisierten flüssigen Substraten. Die Ergebnisse fermentometrischer Analysen wurden in Korrelation zu den Resultaten der Bewertung der Hefegärkraft im Teig mittels usancemässiger Methoden gestellt.

### EVALUATING THE FERMENTING POWER OF BAKERY YEAST

The article deals with the design, construction and function of a testing apparatus which has been developed for measuring the fermenting power of bakery yeast in dough. Since the apparatus—the principle of which is based upon the information published in literature—is provided with a shaking attachment, it can be used as a general-purpose one for analysing homogenized liquid substrates. The results of fermentometric analyses are correlated to the values obtained by applying conventional methods for measuring the rising speed of dough.

