

# Vývoj kontinualizace sladařské a pivovarské výroby v Maďarsku

Doc. Ing. JOSEF MOŠTEK, CSc. a JÓZEF MOHÁCSI, katedra kvasné chemie a technologie VŠCHT v Praze

663.44-932  
66.43-932

Do redakce došlo 15. 6. 1970

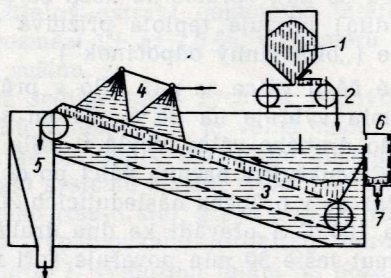
První z autorů měl možnost ke konci roku 1969 navštívit některé z hlavních maďarských pivovarů a jejich pokusné a vývojové středisko v budapeštském pivovaru Kőbánya. Chce touto formou seznámit čtenáře Kvasného průmyslu s některými poznatky z této studijní cesty, a to zejména z oblasti kontinualizace hlavních fází sladařské a pivovarské výroby. Ke zvýšení přesnosti a konkrétnosti této zprávy použil i některých již publikovaných zpráv v maďarském odborném časopise Sörípar, které do češtiny převedl druhý z autorů této zprávy.

## A. Kontinuální výroba sladu

V Maďarsku byl v posledních 2 až 3 letech vypracován projekt kontinuálně pracující sladovny pásového typu, jejíž poloprovozní model byl kolektivem techniků z budapeštského pivovaru Kőbánya úspěšně vyzkoušen a využit jako podklad pro provozní projekt s roční kapacitou 6000 t sladu, který se v současné době v tomto pivovaru realizuje [1].

Stavebně jde o výškovou budovu, podobnou jako u systému *Kling* [2], v níž jednotlivá patra tvoří soustavu mírně spádovaných dopravních perforovaných pásů. Problémy s pevností a nosností těchto pásů, které se u nás nepodařilo u Šolkova systému vyřešit, maďarští technici úspěšně vyřešili tím, že vlastní nosný pás je zhotoven z hrubě perforovaného pevného plechu z nerezavějící oceli, na němž je teprve upevněn pás z drátěného pletiva, který pouze brání propadu zrn hrubými otvory v plechovém pásu.

U tohoto kontinuálního sladovadla systému *Ullmann* [1] je proces máčení rozdělen do dvou fází. V první fázi jde pouze o praní ječmene a separaci splavků, ve druhé teprve o vlastní proces sprchového máčení s intenzivním vzdušněním dila. K praní ječmene slouží zařízení, jehož schéma je na obr. 1.



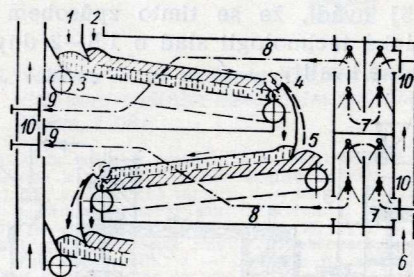
Obr. 1. Schéma kontinuálního praní ječmene u sladovadla systému Ullmann (1968)

1 — zásobník ječmene ke sladování, 2 — dopravník ječmene do pracovního „náduvníku“, 3 — dopravní perforovaný pás pro zdravé, ve vodě potápějící se zrna ječmene, 4 — praní ječmene ostřikem tlakovou vodou, 5 — přepad pro vypraný ječmen na první pás k dalšímu průřezovanému máčení, 6 — přepadový koš na splavky, 7 — odpad prací vody.

V podstatě jde o variantu systému *NDMDA* [3] a systému *Domalt*, který je u nás více známý pod názvem systém *Stodardt* [3—4], v níž šnekový dopravník praného ječmene je nahrazen dopravníkem pásovým (s perforací).

V první fázi v nejhořejším patře jde o praní ječmene a separaci splavků zařízením uvedeným na obr. 1, kdy zrno dosáhne 25 až 27 % vlhkosti. Následuje máčení ječmene sprchováním temperovanou vodou na dalším, resp. prvním pásu při současném intenzivním vzdušnění. Tím se na konci prvního pásu zvýší vlhkost ječmene asi na 36 % a zrno začíná již pukát. Obdobné operace probíhají i na druhém pásu, na jehož konci má zrno vlhkost již kolem 41 % a živě klíčí.

Těmito třemi stupni máčení pod vodou s následným sprchováním končí vlastní proces máčení a na dalších šesti pásech následuje již vlastní proces klíčení. Teplota dila na začátku klíčení je 12 až 15 °C a postupně se zvyšuje až na 16—22,5 °C. V jednotlivých patrech ji lze účinně řídit klimatickým zařízením, jímž se vlhkost dila postupně zvyšuje až na 43—44 %. Dila se kypří kypřidly stabilně umístěnými na jednotlivých lískách. Při přepadu dila s horní na dolní lísku dochází pomocí zvláštních rohatkových podavačů k obrácení jeho vrstev — blíže viz obr. 2.



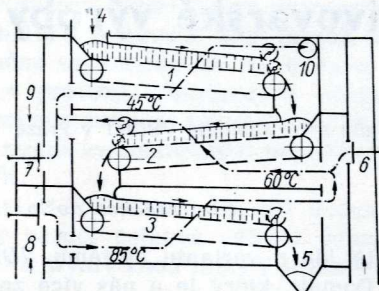
Obr. 2. Schéma typického prvku kontinuálního klíčidla systému Ullmann (1968)

1 — horní část vrstvy dila z předchozího pásu, 2 — dolní část vrstvy dila z předchozího pásu, 3 — nosné a dopravní nekonečné pásy z perforovaného plechu a drátěného pletiva, 4 — předstíhový rohatkový podavač (obraceč) horní vrstvy dila na dolní lísku, kde tato část dila pak tvoří dolní vrstvu 5, 6 — přívod čerstvého vzduchu do klimatizačních komor 7, 8 — směr a postup klimatizovaného vzduchu jednotlivými vrstvami dila, 9 — odchod vzduchu prošlého vrstvou klíčícího ječmene, 10 — regulace proudu vzduchu.

Takto získaný zelený slad se kontinuálně hvozdí „trílískovým“ způsobem na zařízení podle schématu na obr. 3.

Funkce tohoto hvozdu se podobá funkci periodicky pracujícího trílískového typu hvozdu. Teplý vzduch pod horní lískou má teplotu 45 °C, pod





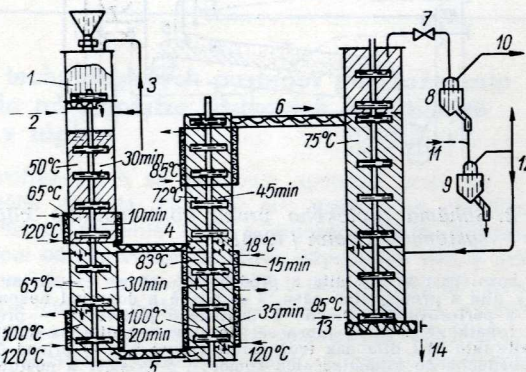
Obr. 3. Schéma horizontálního kontinuálně pracujícího tříliskového typu hvozdu z poloprovozního modelu sladovny systému Ullmann (1967)

1, 2, 3 — horní, střední a dolní líska, 4 — přívod zeleného sladu, 5 — sběrný koš pro odhvozděný slad, 6 — střední a 7 — horní studené tahy, 8 — teplé tahy, 9 — vratný vzduch, 10 — „párník“.

střední 60 °C a pod dolní 85 °C. Horní a střední líska jsou vybaveny zvláštními koncovými obračecí, které při přesypu sladu s vyšší na níže umístěnou líska nejprve shrnují horní vrstvu sladu, čímž se slad obrací. Hvozd je vyhříván nepřímou přehřátou párou o přetlaku 1,5 at. Celková doba hvozdní trvá zhruba 18 h, z toho na horní lísce zůstává slad po dobu asi 9 h a na střední a dolní lísce (o větších rychlostech posunu) vždy zhruba 4,5 h. Líska hvozdu nemusí být v trvalém pohybu. Ullmann uvádí, že plně vyhovuje „zrychlený taktový pohyb“, a to vždy po 15 min po dobu asi 30 sekund.

Tento typ hvozdu má dostatek technické i technologické přizpůsobivosti jednak pro zpracovávání ječmenů různé kvality, jednak pro výrobu sladů odlišně hvozdných. Na horní lísce lze zelený slad v rozmezí teplot 42 až 54 °C předsušit na 33 až 9 % vláh, na střední lísce pak v rozmezí teplot 57 až 66 °C na vláhu 9 až 6 % a na dolní lísce lze slad dotahovat při teplotách 78 až 84 °C, čímž se dosahovalo jeho průměrné vláh 3,3 % (Nagy).

Nagy [5] uvádí, že se tímto způsobem vyrobí proti klasické technologii slad o 1,5–2 dny dříve, a to bezvadné kvality.



Obr. 4. První varianta způsobu a zařízení kontinuálního rmutování a scezování sladiny (Ullmann a Mekis, 1968)

1 — zásobník sladového šrotu, 2 — vystírková voda (poslední výstřelek — od druhé odstředivky), 3 — stlačený vzduch, 4 — 1/3 objemu rmutu, 5 — 2/3 objemu rmutu, 6 — zcukřený rmut, 7 — sladina s kalem („těstíčkem“), 8 a 9 — odstředivky, 1 — čistá sladina, 11 — vyslazovací voda, 12 — výstřelky k prvnímu vyslazování mláta a části k vystírání, 13 — čistá, první vyslazovací voda, 14 — odpadní mláto.

První autor měl možnost podrobně se seznámit s funkcí poloprovozního modelu, s maketou i se započatou stavbou provozního projektu; nabytí přitom dojmu cílevědomé, velmi pečlivé, vysoce kvalifikované a neobyčejně efektivní práce ze strany řešitelů. Příčiny tohoto úspěchu vidí v příkladném bezprostředním spojení teorie s praxí. Návrh, realizace a technicko-technologické ověřování tohoto poloprovozního zařízení se dělo přímo v objektu pivovaru Kőbánya, a to za aktivní spoluúčasti inženýrsko-technických pracovníků z výrobního závodu. Bylo radostné slyšet, že každý z těchto techniků (z nichž je několik absolventů pražské VŠCHT) zde se zájmem sloužil svou druhou směnu. Tito zkušení a kvalifikovaní technici (technologové a strojaři) přitom svými zkušenostmi prováděli již od prvních ověřovacích zkoušek „průběžnou oponenturu“ funkce tohoto modelu v plné míře smyslu tohoto termínu.

Podle ústního sdělení P. Ullmanna [1] byla licence patentu tohoto systému odkoupena Francií.

## B. Kontinuální příprava sladiny a mladiny

Řešení problematiky přípravy sladiny kontinuálním dekokčním rmutováním je proti kontinuální výrobě sladu o jeden vývojový stupeň níže. V současné době jsou různé varianty kontinuálního dekokčního rmutování, scezování sladiny a vyslazování mláta a chmelovaru prováděny zatím pouze v měřítku větší laboratorní aparatury s kapacitou 10 až 30 l sladiny, resp. mladiny za hodinu. Nejdále přitom je řešení problematiky kontinuálního dekokčního rmutování [6].

## I. Varianta zařízení a způsobu kontinuálního dekokčního přípravy sladiny

### Rmutování

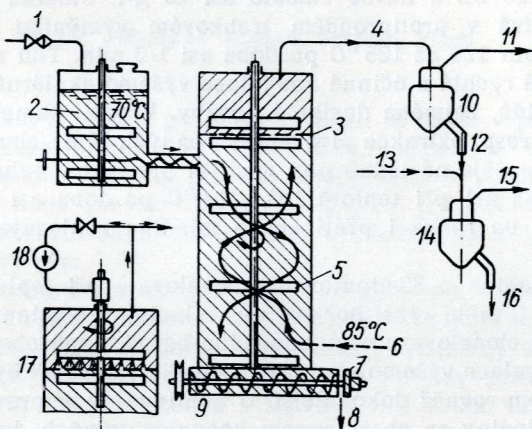
První varianta zařízení pro kontinuální rmutování se skládá z dvoudílného válce, do jehož horní části se dávkuje z výše umístěného zásobníku šrot a do vystírací nádoby voda o teplotě 55 °C. Tato část zařízení se skládá dílem ze skleněných válců, dílem z měděných duplikátorových válců, které slouží zároveň k vyhřevu díla. Ve vystírací kádi se po dobu 30 min (průměrná doba zdržení protékajícího díla) udržuje teplota příznivá enzymové proteolýze („bílkovinný odpočinek“).

V druhé části válce se pak dílo v průběhu dalších 10 min vyhřeje na 65 °C. Potom se 1/3 díla převede do druhého válce, zbylé 2/3 díla se při teplotě 65 °C zcukřují v prvním válci po dobu zhruba 30 min. Pak se v průběhu následujících 20 min dílo ohřívá na 100 °C a převádí ke dnu druhého válce, kde se rmut ještě 30 min povařuje (při neustálém proudění směrem vzhůru). Povařený rmut se pak ochlazuje na 85 °C a smíchává s první třetinou rmutu. Tím celé dílo nabývá teploty 72 až 75 °C, při níž docukřuje po dobu 40 až 50 min, a pak se převádí do scezovacího a vyslazovacího systému (bliže viz obr. 4 a 5).



### Scezování sladiny a vyslazování mláta

Původní záměr Ullmanna a Mekise [6] byl protiproudý šnekový extraktor. Vyluhování mláta probíhá však velmi pomalu, což by vyžadovalo velmi rozměrných šneků. Proto později místo šneku volili válcovitý typ zařízení, odpovídající svislému šneku s velmi malým stoupáním, kde se uplatňuje cezení rmutu (průměr válce 17,5 cm, délka 75 cm, stoupání šneku — ramene míchadel — 0,3 mm). Řešitelé uvažují, že pro typově obdobné zařízení kapacity 100 000 hl/rok by odpovídal šnek průměru 1 m, délky 1,5 m, počtu otáček 30/min a stoupání šnekovice asi 0,3 mm.



Obr. 5. Schéma většího laboratorního zařízení pro kontinuální scezování sladiny a protiproudé vyslazování mláta (Ullmann a Mekis, 1968)

1 — stlačený vzduch, 2 — zcukřený rmut, 3 — kovové síto, 4 — sladina s bílkovinným kalem, 5 — míchadlo, 6 — vyslazovací voda, 7 — regulace vlhkosti odpadního mláta, 8 — odpadní mláto, 9 — šnek pro separaci vyslazovaného mláta, 10 — odstředivka sladiny, 11 — čirá sladina, 12 — bílkovinný kal, 13 — voda k vyslazování bílkovinného kalu, 14 — odstředivka výstřelky, 15 — výstřelky k vyslazování mláta a k vystírání, 16 — vyslazený bílkovinný kal („těstíčko“), 17 — automatické čisticí zařízení pro „scezovací síto“, 18 — čerpadlo.

Zcukřený rmut se přivádí asi ve  $\frac{2}{3}$  výšky válce a voda na vyslazování zespolu válce (blíže viz obr. 5). Na základě rozdílné měrné hmoty klesají nerozpustné části rmutu (mláto) samovolně ke dnu proti proudu vyslazovací vody. Z horní části scezovacího a vyslazovacího válce se odvádí „předeček“ smíchaný s „výstřelky“, resp. již sladina odpovídající stadiu „pohromadě“ a z dolní části ve šneku vyloužené mláto o vlhkosti regulovatelné v rozmezí 60 až 70 %.

Vyloužitelný extrakt odpadního mláta se pohybuje v rozmezí 1,5 až 2,5 %, v průměru 1,8 % vztaženo na sušinu.

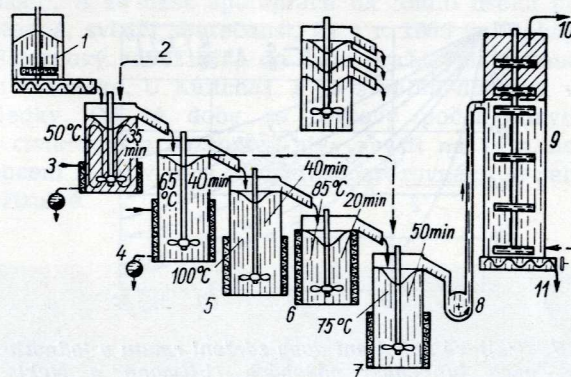
Jelikož sedimentační rychlost jemných bílkovinných kalů („těstíčka“) je velmi malá, autoři zjistili 0,05 až 0,1 mm/s, byli proto nuceni pro vyrovnaný chod systému umístit těsně nad místo přívodu zcukřeného rmutu síto, které plní ochrannou funkci před vyplavováním hrubších nerozpustných částí rmutu. K vyloužení mláta na požadovaný stupeň zjistili autoři nezbytnou minimální dobu 15 až 20 min.

Takto získaná kalná sladina se vede na dvoučlenný systém odstředivek. Množství kalu ve sladince závisí na zatížení systému a na stupňovitosti

sladiny. K jeho separaci jsou nejvhodnější odstředivky s tzv. automatickým odstředěním kalů, které (na rozdíl od hořkých kalů mladiny) jsou (po usušení) vřtaným bílkovinným koncentrátem do krmných směsí. Bílkovinný kal z první odstředivky se mísí s druhou částí čisté vyslazovací vody a separuje druhou odstředivkou. Tyto „poslední výstřelky“ slouží jednak jako vystírková voda, jednak zčásti jako první vyslazovací voda (srovnej obr. 4).

U tohoto systému se ve stadiu jeho soudobého vývoje vyskytuje několik technicko-technologických problémů: dělení rmutu (díla) v objemovém poměru 1 : 2 se nepodařilo dosud technicky úspěšně zvládnout. Tím pak vzniká technologicky nevýhodná gradace teplot a dodržování časových prodlev. Výsledkem je nevhodná extraktivní skladba získávané sladiny, jejíž konečný stupeň prokvašení se pohybuje v rozmezí 64,4 až 66,5 %; rovněž skladba dusíkaté části extraktu sladiny není vyhovující.

Jelikož tato první technicky velmi jednoduchá varianta zařízení pro kontinuální dekokční rmutování není technicky a technologicky dostatečně přízpůsobivá kvalitě zpracovávané suroviny a typu připravované sladiny, navrhli Ullmann a Mekis (1968) druhou variantu (viz obr. 6) popsanou níže.



Obr. 6. Schéma druhé varianty zařízení pro přípravu sladiny kontinuálním dekokčním způsobem (Ullmann, Mekis, 1968)

1 — zásobník šrotu k vystírce, 2 — vystírková voda (výstřelky), 3 — nádoba k vystírání, v níž se dílo udržuje při teplotě 45 až 50 °C, tj. při proteolytické teplotě, 4 — nádoba k cukrotvorné prodlevě, 5 — nádoba k povařování části rmutu, 6 — nádoba k předchlazení povařeného díla na teplotu 85 °C, 7 — nádoba k docukřování spojených částí rmutů (docukřovací prodleva — odpocinek) před scezováním, 8 — čerpadlo na zcukřený rmut, 9 — „scezovací kád“ — blíže viz obr. 5, 10 — kalná sladina, 11 — odpadní vyslazené mláto.

### II. Varianta zařízení a způsobu kontinuální dekokční přípravy sladiny

Druhá varianta zařízení pro kontinuální rmutování je tvořena soustavou samostatných nádob konstruovaných tak, aby v nich bylo možno dílo vyhřívat a udržovat při jednotlivých technologicky výhodných teplotách (viz obr. 6).

Vystírá se na teplotu díla 45 až 50 °C; tato tzv. proteolytická prodleva se udržuje po dobu kolem 35 min. Následuje tzv. cukrotvorná prodleva při teplotě 60 až 65 °C po dobu asi 40 min. V tomto stadiu se dílo dělí tak, že  $\frac{2}{3}$  díla jdou do třetího válce k povaření (po dobu asi 40 min),  $\frac{1}{3}$  díla jde



do pátého válce k docukřování považené části rmutu při teplotě 75 °C po dobu asi 50 min. Mezi tím se však vytvořené dílo zvolna v průběhu asi 20 min ochlazuje na teplotu 85 °C. Docukřené dílo se pak plynule dávákuje do scezovacího systému popsaného výše.

Tento systém připomíná svým principem jeden ze způsobů vyvíjených v ČSSR [7].

Tímto způsobem a zařízením získávají Ullmann a Mekis sladinu mnohem výhodnější extraktové skladby než výše uvedeným systémem; reakce sladin na jód ani využití extraktu sladu nebyly však ještě zcela uspokojivé. Tuto skutečnost Ullmann a Mekis [3] vysvětlují nedokonalou postupností výměny díla v jednotlivých funkčních nádobách. Stanovili proto matematický vztah, jehož použitím se tento problém snažili řešit. Je to

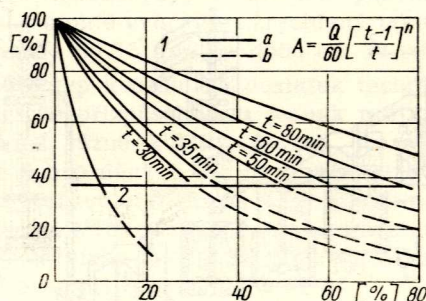
$$A = \frac{Q}{60} \left[ \frac{t-1}{t} \right]^{-n}$$

kde  $A$  je množství rmutu v l zdržující se v nádobách,

$Q$  — množství rmutu v l proteklého nádobou za hodinu,

$t$  — žádaná doba prodloužení rmutu v nádobě v min,

$n$  — doba pozorování v min.



Obr. 7. Grafické vyjádření doby zdržení rmutu v jednotlivých funkčních nádobách (Ullmann a Mekis, 1968)

křivky  $a$  představují z válce odcházející část rmutu, křivky  $b$  představují ve válci zbylou část rmutu; 1 — z válce odcházející část rmutu, 2 — ve válci zbylá část rmutu.

Získané výsledky jsou zřejmé z obr. 7, který ukazuje, že jen zhruba 36 % objemu rmutu se zdržuje ve válci po celou žádanou dobu (prodloužení)  $t$  v min.

Tuto variantu upravují nyní Ullmann a Mekis [6] z kaskádovitého do horizontálního rozmístění. Průtok díla zajišťují čerpadly.

Za těchto podmínek dosahovali již dokonalého ztekucení, zcukření a vyloužení extraktu ze sladu; v odpadním mlátě zbývá již jen kolem 2 % extraktu.

Konečný stupeň prokvašení takto získávané sladin se pohyboval v rozmezí 73,3 až 80,2 %, u kongresní sladin z téhož sladu v rozmezí 73,3 až 80,5 %.

Průměrné hodnoty Lundinových dusíkatých frakcí sladin činily:

|            | kontinuálně<br>připravená<br>sladina | kongresní<br>laboratorní<br>sladina |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| % A frakce | 24,1                                 | 23,8                                |
| % B frakce | 9,4                                  | 8,8                                 |
| % C frakce | 66,5                                 | 67,4                                |

#### Kontinuální chmelovar

Kontinuální chmelovar zkoušeli Ullmann a Mekis [6] rovněž na větším laboratorním zařízení o kapacitě 18 l/h a dávkce chmele asi 28 g/l. Sladina se vyhřívá v protiproudém trubkovém výměníku na teplotu 120 až 125 °C po dobu asi 1/2 min. Tím nastává rychlá a účinná koagulace výšemolekulárních koloidů, zejména dusíkaté povahy. Vlastní chmelovar, resp. extrakce pivovarsky cenných látek chmele, se děje následně pod mírným přetlakem (zhruba 0,3 at) při teplotě 103–106 °C po dobu asi 30 min. Po redukci přetlaku se mladina zchlazuje a číří.

Mladina z 30minutového chmelovaru při teplotě 106 °C měla vyšší hořkost než mladina z 90minutového chmelovaru uskutečněného běžným způsobem. Koagulace výšemolekulárních dusíkatých látek byla přitom rovněž dokonalejší. U kontinuálně připravené sladin se obsah varem koagulovatelných dusíkatých látek pohyboval v průměru 1,8 mg N/100 ml a u mladiny 0,9 mg N/100 ml, zatímco u srovnávací sladin 3,0 mg N/100 ml a u mladiny 1,8 mg N/100 ml.

Dokvašené pivo z takto získané mladiny se podle Ullmanna a Mekise [6] v organoleptických vlastnostech plně vyrovnalo srovnávacímu pivu vyráběnému periodickým způsobem.

Toto větší laboratorní zařízení pro kontinuální přípravu mladiny s dekokčním rmutováním vyvíjeném v budapeštském pivovaru Köbánya se má v blízké době realizovat v poloprovozním měřítku s kapacitou 5 hl mladiny/h, resp. 35 000 hl piva za rok [6].

#### Souhrn

Je podán stručný přehled vývojových trendů v kontinuálizaci sladařských a pivovarských výrobních procesů v Maďarsku a zhodnocen způsob jejich technického a technologického vývoje a realizace.

#### Literatura

- [1] ULLMANN, P.: Sörpar **XV** (1968): 155.
- [2] CAUWE, Y.: Tageszeitung f. Brauerei Nr **24/25** (1965): 116.
- [3] MALCEV, P. M.: Technologija soloda i piva, Izd. Piščevoja promyšlennost, Moskva 1964.
- [4] PÜSPÖK, J.: Mitteilungen d. V. St. f. d. Gärungsgewerbe, Wien, **20** (1936): 4.
- [5] NAGY, Z. I.: Sörpar **XV** (1968): 158.
- [6] ULLMANN, P. - MEKIS, M.: Sörpar **XV** (1968): 160.
- [7] DYR, J. - MOŠTEK, J.: Brauwissenschaft **17** (1934): 223.