

## Nové směry

### v technologii sladu a piva

FRANTIŠEK HLAVÁČEK,

vedoucí redakce časopisu Kvasný průmysl

683.4 : 66.08

Prudký rozvoj v mnoha vědních oborech, pokroky v průmyslové automatizaci a regulaci mají svou odezvu také v sladařském a pivovarském průmyslu. V mnohem větším rozsahu, než tomu bylo dříve, využívá se v praxi výsledků vědeckého výzkumu a vymožeností automatizace průmyslu. V sladařství se např. změnila na podkladě výzkumu máčecí technika, k zrychlení sladovacího procesu se používá stimulátorů, uplatňují se nové názory na tvorbu a činnost enzymů. Některé postupy jsou ve sladovnách již plně automatizovány, při hvozďení se v značném rozsahu používá programované regulace teplot. V pivovarech se na podkladě výzkumů zkracuje rmutování, dává se chmel a kontroluje využití hořkých látek. Studie kontinuálního kvašení přispěly k novým poznatkům o fyziologických vlastnostech a funkci kvasnic. Zjednodušilo se pomnožování čistých kultur, zlepšilo se ošetřování kvasnic. Na podkladě nových poznatků může být zrychleno kvašení a dozrávání piva, lépe sledován vliv oxydace a použitím stabilizátoru zlepšena fyzikálně chemická trvanlivost piva.

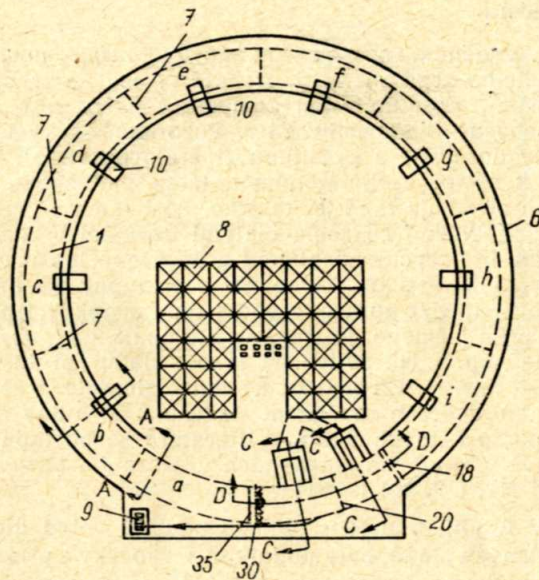
V našem časopise byla věnována vědeckému výzkumu a zavedení výsledků výzkumu do praxe značná pozornost. Jak tomu ani jinak být nemůže, nepodaří se vždy novému postupu nebo nové konstrukci stroje trvale zakotvit v praxi. Bývá to však i bez trvalé realizace důležitý krok k dalšímu rozvoji. Úkolem tohoto pojednání je i z tohoto hlediska poukázat na některé významné změny, které v technologii sladu a piva nastaly.

#### Technologie sladu

V sladařství byla na mnoha místech zavedena plynulá výroba, při které jednotlivé výrobní fáze dokonale na sebe navazují a hotový slad se vysunuje v pravidelných intervalech. Zcela kontinuální výroba sladu nebyla dosud uspokojivě vyřešena. Některé úspěchy byly dosaženy při mechanizaci a automatizaci dílčích úseků sladovacího procesu.

#### Máčení ječmene

Všeobecně se nyní volí poněkud vyšší stupeň domočení, než tomu bylo dříve (45 až 46 %). Dbá se, aby zrno mělo dostatek vody pro zdárný průběh klíčení [1]. Máčecí technika se změnila potud, že ječmen nezůstává dlouho pod vodou. Ze zrna difundují do máčecí vody dialyzovatelné cukry, organické kyseliny, třísloviny, dusíkaté a jiné látky, kyslík se rychle stravuje a vzniká nevhodné prostředí pro máčecí proces. Zjistilo se, že nejkratší dobu



Obr. 4. Schéma automatické sladovny „Saturne“

a — úsek sprchového máčení; b, c, d, e, f, g, h, i — úseky klíčení; j — úsek předsušení a hvozďení; 1 — skříň s perforovaným dnem; 6 — vnější stěna; 7 — přepážky klimatizačních úseků; 8 — síla a máčirna; 9 — mechanické sbírání sladu; 10 — ventilátory; 18, 20 — izolované mezistěny; 30 — chlazení sladu; 35 — šnekový dopravník sladu; velká písmena označují řezy uvedené v původní práci

pro domočení ječmene lze dosáhnout při trvalém provzdušňování máčeného ječmene [2]. Při střídavém máčení a vzdušnění nevznikne přemáčení zrn a urychluje se počátek klíčení. Již při počátku klíčení vzniká  $\text{CO}_2$ , který musí být z máčeného ječmene odstraněn, aby klíčení započalo stejnoměrně. Z těchto hledisek jsou upraveny máčecí postupy.

Pokud se používá náduvníku, pracuje se s delšími vzdušnými přestávkami. Provzdušnění spodem nemá velký význam; lépe se osvědčuje odsávání  $\text{CO}_2$ . Prečerpávacím náduvníkem se vytýká, že po přečerpání zůstanou spodní podíly opět dole a pro nedostatek kyslíku se zpožďují v klíčení. V náduvnících se doporučuje také sprchové máčení. Po proprání ječmene a krátkém máčení se pracuje se vzdušnými přestávkami a v určitých intervalech se na celou plochu máčeného ječmene pouští sprchy vody. S prostupující vodou vniká do máčeného ječmene vzduch a odtékající voda do určité míry odstraňuje též  $\text{CO}_2$ . Sprchové máčení kombinuje se také s odsáváním  $\text{CO}_2$  a dosahuje se tím zvlášť příznivých výsledků.

Lépe se uplatňuje sprchové máčení při sladování ve skříních nebo na posuvné hromadě. Podle Leberleho se ječmen máčí asi 24 hodin, převede se pak do skříně a asi čtyřikrát se vždy po 6 hodinách za stálého provzdušňování osprchuje asi 200 l vody na 5000 kg klíčícího ječmene (způsob máčení podle Saladina). Také u nás prováděné zkoušky s domáčením na posuvné hromadě daly dobré výsledky [3].

Při nových způsobech máčení vznikají optimální podmínky pro počátek klíčení, máčení a klíčení se spojuje v jeden výrobní postup. Podle zkoušek, které byly provedeny [1], je rozluštění sladu stejnoměrnější a doba máčení a klíčení se zkracuje o 2 až 3 dny.



## Klíčení

V značném rozsahu jsou znovu zkoušeny postřiky klíčícího zrna různými preparáty, aby se zrychlilo klíčení, dosáhlo lepší rozluštění nebo, aby byly zmenšeny sladovací ztráty. Pozoruhodné výsledky byly dosaženy s kyselinou giberelovou ( $GA_3$ ). Radí se k růstovým hormonům a látky podobného složení obsahuje také ječné zrna. Postřikem v prvních fázích klíčení se zcela malými dávkami v roztoku může být zrychleno klíčení a dosaženo lepších sladovacích výtěžků. Dávkování a postup při orosování mají být upraveny podle typu a někdy i podle ročníku ječmene. Je třeba určité opatrnosti, aby nebyla nepříznivě ovlivněna jakost sladu (přelustění, vyšší barva). Při použití kyseliny giberelové se dosahuje dobrého rozluštění sladu o 2 až 3 dny dříve a podle četných údajů v literatuře se postup používá v mnohých sladovnách v zahraničí [KVASNÝ PRŮMYSL 7, 241 (1961)].

V Anglii, kde se s oblibou používá velmi dlouze vedených sladů, byly podniknuty zkoušky s přísadou bromičnanu draselného, aby byly zamezeny ztráty způsobené nadměrným dýcháním a růstem kořínků. Bromičnan se přidává do máčecí vody. Vlivem přísady se zmenšuje dýchání, klíčení probíhá za nižších teplot a sladovací ztráty se snižují o 1 až 2 % při stejné jakosti sladu [4].

Aby byla zvýšena extraktivnost sladů, byly v Belgii a Francii podnikány zkoušky s postřikem sladu v posledním stadiu klíčení, a to roztokem glukózy nebo jiného cukru. Co je příčinou vyšší extraktivnosti takto vyrobených sladů nebylo zatím přesně zjištěno. Způsobu se používá jen v omezeném rozsahu.

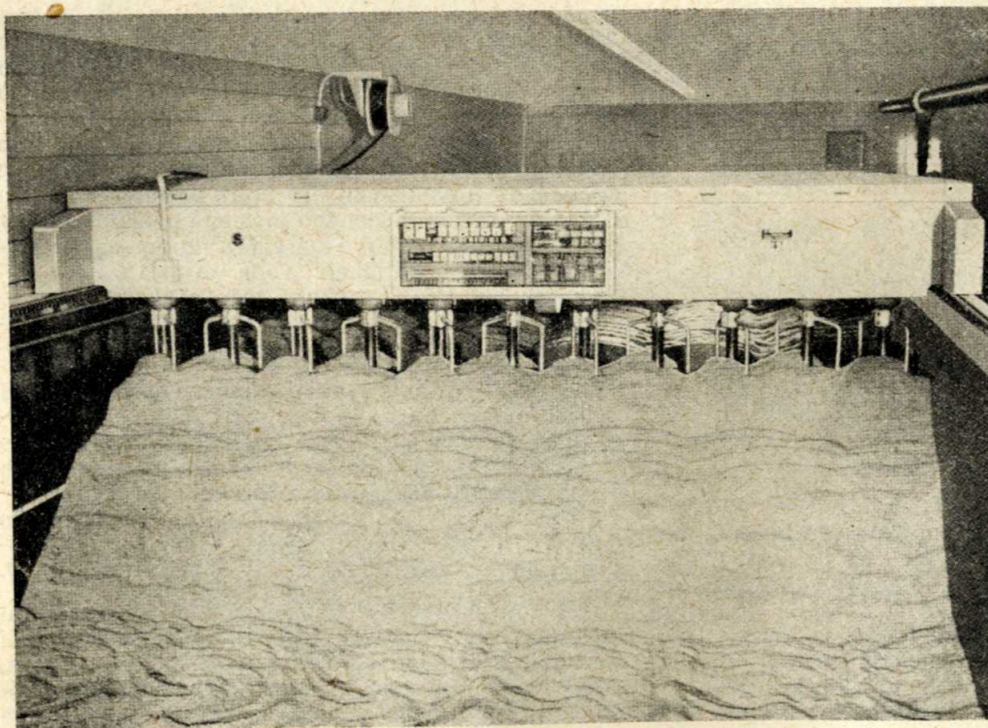
Dá se předpokládat, že při dalších úpravách sladovacích postupů bude věnována aktivátorům zvýšená pozornost.

Důležitým poznatkem pro teorii klíčení je zjištění, že enzymy se netvoří jen v embryu, ale také v aleuronové vrstvě a že převážná část endospermu je štěpena enzymy z této vrstvy [5]. Zjištění má význam i po stránce technologické při dalších úpravách máčení a klíčení ječmene.

Značné pokroky mohou být zaznamenány při mechanizaci procesu klíčení, tj. při výrobě zeleného sladu. Převážná část světové výroby sladu je vyráběna ve skříňových klíčidlech, menší část na humnech, ve sladovacích bubnech, dále na posuvných hromadách a v malém rozsahu ještě na jiných sladovacích systémech.

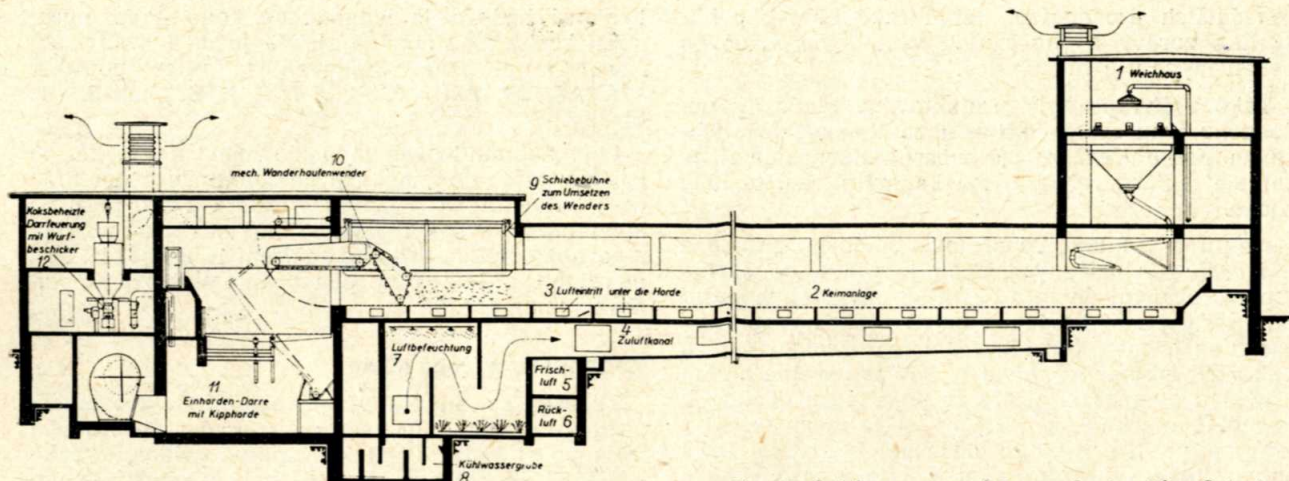
Moderní sladovací skříně jsou velmi zdokonaleny. Každá skříň je opatřena samostatným zařízením na cirkulaci, čištění, orosení a popř. i chlazení vzduchu. Jsou voleny lísky se značným průchodem vzduchu a krátké cesty pro jeho cirkulaci. Rovněž funkce šroubových obracečů byla zlepšena. Většina úkonů je prováděna automaticky, velké sladovací skříně s obsahem až 100 t namáčeného ječmene jsou opatřeny programovou regulací a automatickým řízením celého výrobního postupu. Obtížný způsob vyprázdnování skříní je nyní řešen buďto samostatným vysouvacím zařízením, nebo obracečem, který je upraven na vysouvání ze železného sladu (obr. 1). Po sklopení stěny v čele skříně padá zelený slad přímo na dopravní pás. Ojedíněle jsou skříně opatřeny pohyblivým roštem v podobě nekonečného pásu a zelený slad je pak pohybem tohoto roštu odstraněn ze skříně. Některé sladovny v USA používají skříně ke klíčení a po ukončení klíčení také k hvozďení sladu. Skříně jsou zhotoveny z nerezavějící ocele, jsou umístěny v dobře izolovaných komorách a při hvozďení cirkuluje v rovněž dobře izolovaných vzduchovodech horký vzduch.

Dalším způsobem pneumatického sladování je sladování v posuvné hromadě. Narozdíl od skříní je



Obr. 1. Automatický obraceč (Seeger) upravený k výsunu zeleného sladu ze skříně





Obr. 2. Schéma posuvné hromady (systém Ostertag)

1 — máčirna; 2 — prostor pro klíčirnu; 3 — vstup vzduchu pod lísku; 4 — přívod vzduchu; 5 — čerstvý vzduch; 6 — vratný vzduch; 7 — praní a vlnění vzduchu; 8 — usazovací nádrž; 9 — přesun obrabeče; 10 — mechanický obrabeč; 11 — jednolískový hvozď se sklopnou lískou; 12 — tope niště (koks)

klíčící slad v posuvné hromadě přenášen obrabečem vždy o jeden polodenní úsek linky od jednoho konce k druhému, takže za 7 až 8 dní padá zelený slad automaticky do sběrného koše, z něhož je přepravován na hvozď. Posuvné hromady se používá také u nás a zařízení bylo několikrát popsáno v našem časopise. V nové úpravě (systém Ostertag) je do linky zařazeno také máčení a hvozďení sladu (obr. 2). Praný a částečně předmáčený ječmen se v prvním úseku posuvné hromady sprchovým máčícím domáčí za stálého vzdušnění a zelený slad se místo do sběrného koše automaticky nastírá na jednolískový hvozď nebo se přepravuje na systém dvou až tří lísek, kde se využívá odcházejícího horkého vzduchu k předsušení sladu na první lísce. Způsob sladování v posuvných hromadách se velmi rozšířil a podle údajů má zařízení instalované ve více než 30 sladovnách roční kapacitu asi 300 000 t namáčeného ječmene.

Z novějších zařízení, které slouží pouze pro klíčící sladu je zajímavý způsob podle Poppa. Slad klíčí v stojaté válcovité nádobě, která má nad konickým spodkem dvoudílnou sklopnou lísku. Místo mechanického obracení se slad zvedá vzduchovým nárazem a nakypřený padá zpět na lísku. Vzduch, který se vlní spodem, je klimatizován, postup je automatizován, je jednoduchý, bez složitých mechanismů. Zařízení je podrobně popsáno v našem časopise KVASNÝ PRŮMYSL 10, 287 (1964). Výkon zařízení je omezen průměrem válce, při velkém průměru bylo by třeba značného tlaku k zvednutí vrstvy. Zatím se staví klíčidla na 25 t namočeného ječmene a zařízení se obvykle skládá ze 6 klíčidel (obr. 3). Podle zpráv pracují s tímto zařízením již 3 sladovny.

### Automatizované sladovny

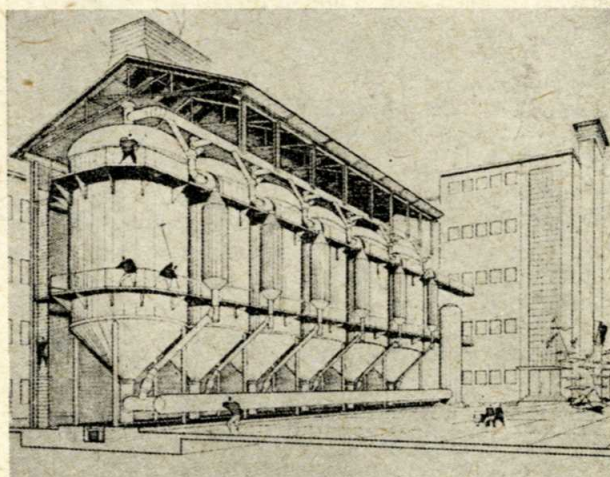
Tyto sladovny pracují v šaržích. Množství ječmene tvoří šarži, která prochází klíčením, popř. i hvozďem. Do této skupiny patří také posuvná hromada, pokud je spojena s namáčením ječmene a hvozďením sladu.

Známým typem této sladovny je v USA vyvinutá věžová gravitační sladovna systému „Frauenheim“. Je stručně popsána v našem časopise roč. 5, 228 (1959). Ječmen je dopravován do nejvyšší části

věže, kde jsou umístěny náduvňky a vlastní tíží pak propadává celým zařízením. Po namočení prochází stojatými skříněmi, které jsou umístěny pod sebou. V nich ječmen klíčí a při přepadu do další skříně je vždy do určité míry převrstven. Zelený slad pak padá do hvozdu typu „Müger“ se sklopnými lískami. Postupy jsou elektronicky řízeny a plně automatizovány. Pro sladovnu jsou udávány při namáče 10 nebo 20 t ječmene tyto parametry [7]:

Roční kapacita	t sladu	10 000	20 000
Denní produkce	t sladu	27,5	55
Vnější průměr budovy	m	16	22
Zastavěná plocha	m <sup>2</sup>	200	380
Celková výška budovy	m	62	62
Spotřeba chladu	kcal/den	300 000	600 000
Spotřeba proudu vč. chlazení	kWh/den	225	450
Spotřeba vody	m <sup>3</sup> /den	190	380
Pracovníků na směnu		1	1

K udaným parametrům jsou v odborných kruzích určité výhrady, zejména složitá údržba se neobejde



Obr. 3. Sladovna „systém Popp“ (pohled)



bez dalších pracovníků. Zatím také nebyly publikovány zprávy o provozních výsledcích sladoven postavených v jižní Americe.

Také v Evropě byly projektovány sladovny podobného typu systém Kling nebo Neubert [8]. Sladovna podle *Neuberta* (Neubert-Mälzungsturm) je celkem malého rozsahu, má kapacitu 1000 t sladu ročně.

Na jiném principu konstruoval sladovnu Francouz *J. Morel*. Předmáčený ječmen je plněn do skříně s perforovaným dnem a skříně se na kolejkách posouvají vždy po 24 hodinách o jeden úsek. V prvním úseku se ječmen domáčí, v dalších úsecích zůstává pak skříně přesně na místech, kde je větrána a slad předělán obracečem, který je pojízdný a obsluhuje postupně všechny skříně. Po 7 až 8 dnech je skříně vsunuta na hvozdu a po odsušení sladu se skříně automaticky vyprázdní, vyčistí a je vrácena znovu na začátek cyklu a plněna předmáčeným ječmenem.

Princip výroby sladu v pohyblivých skříních je uplatněn v automatické sladovně „Saturne“, znázorněné v schématu na *obr. 4*. Sladovna je uspořádána do kruhového půdorysu a má 10 pohyblivých skříní. Každá skříně odpovídá denní produkci sladu. Při denní produkci sladu 50 t jsou rozměry skříní již velmi značné (šířka 5 m, délka 20 m).

Kruhová budova je jednoduché konstrukce, uprostřed kruhu jsou sila na slad a ječmen, čisticí zařízení a máčírna. Sladovna je blíže popsána v KVASNÉM PRŮMYSLU 9, č. 4 (1963), na 3. str. obálky.

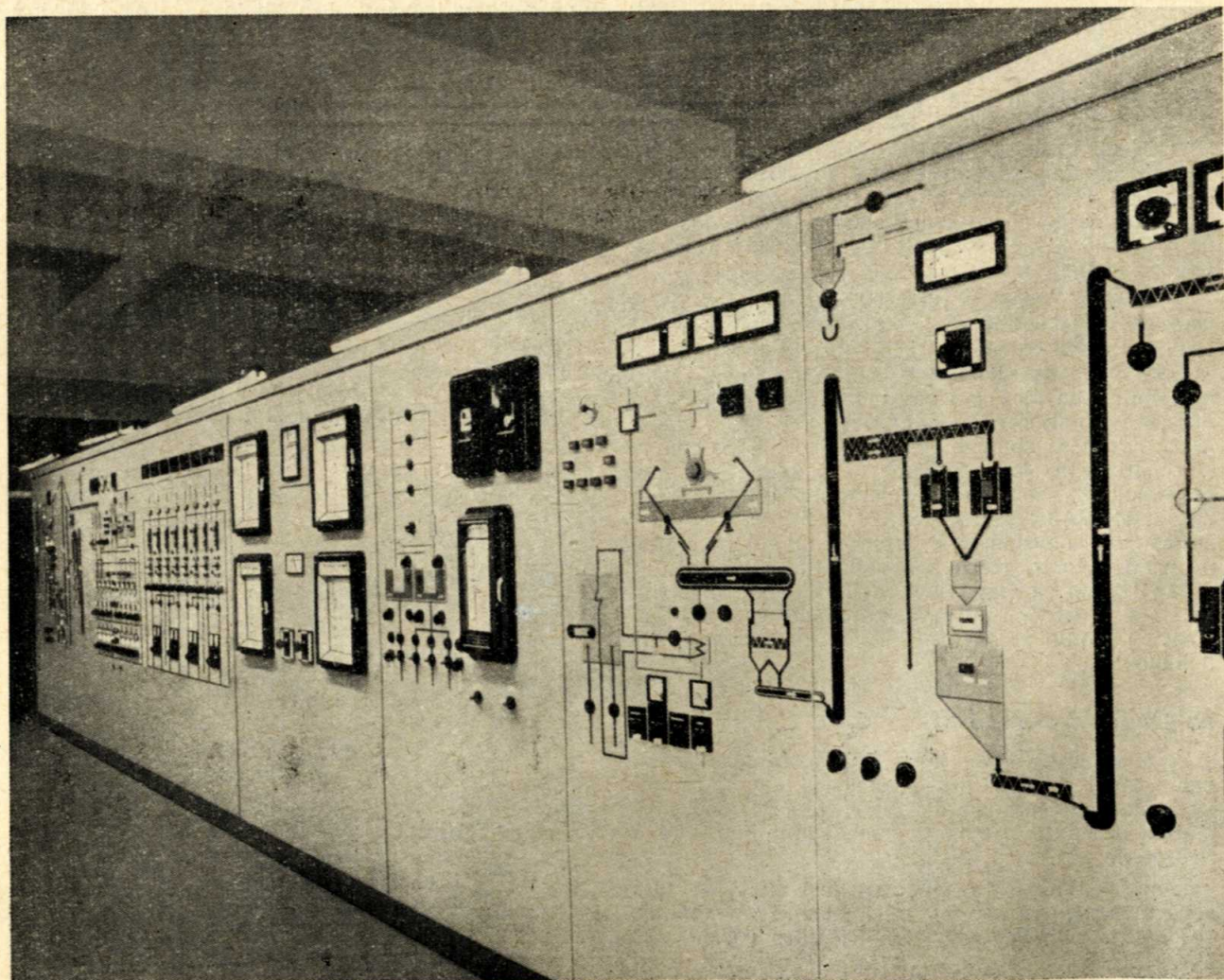
Plně automatizovaným sladovnám se vytýká, že se sice dosahuje značných personálních úspor a že také automatická regulace je dobrá a prospívá jakosti sladu, avšak investiční náklady jsou vysoké a rovněž údržba složitého zařízení je drahá. Pohled na řídicí a kontrolní panel automatizované sladovny je na *obr. 5*.

#### Kontinuální výroba sladu

Zkoušky kontinuální výroby sladu byly prováděny na mnoha místech a není sporu o tom, že problém bude po stránce technické úspěšně zvládnut. Také výsledky po stránce jakostní byly u zkušebně vyrobených sladů vcelku uspokojivé.

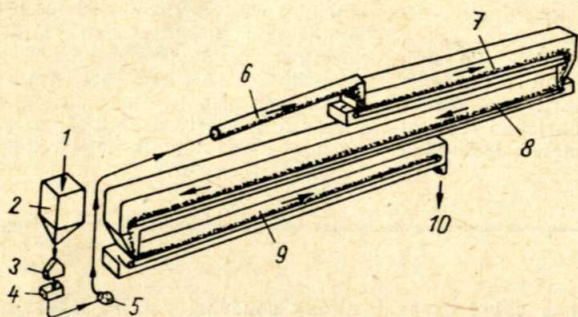
Při kontinuální výrobě je slad v neustálém pohybu. Neuplatní se např. sejmutí hromad a jiné vlivy práce na humně a také hvozdnění probíhá za zcela jiných podmínek. Se zájmem jsou očekávány také v zahraničí provozní výsledky dosažené na tunelové sladovně podle *L. Šolka*, jejíž výstavba se právě dokončuje v pivovaru Gambrinus v Plzni.

*Obr. 5. Řídicí a kontrolní panel automatizované sladovny (Seeger)*





Kapacita sladovny bude 7500 t za rok, tedy více než dostatečná k ověření provozních výsledků. Jak je z popisu [KVASNÝ PRŮMYSL 8, 146 (1962)] zřejmé, odlišuje se tunelová sladovna od běžných pneumatických sladen tím, že vzduch neprostupuje vrstvou klíčícího sladu, slad se nevysušuje a teplo se z klíčícího sladu odnímá při přesypech v klimatizovaném prostředí velmi se blížícím poměrům na humnech. Také tepelná ekonomie celého zařízení dosažená vhodným využitím tepelných spádů a snadná automatizace jednotlivých postupů mohou být při tomto systému kladně hodnoceny.



**Obr. 6.** Schéma kontinuální sladovny „Domalt“

1 — přívod ječmene; 2 — zásobník; — 3 automatická váha; 4 — mísící přístroj; 5 — čerpadlo; 6 — prací a máčecí úsek; 7 — sprchové máčení - klíčení; 8 — vlnké klíčení; 9 — před-soušení, hvozdní a chlazení sladu; 10 — výsun hotového sladu

Jiný způsob kontinuální výroby byl uveden do provozu v roce 1960 v Torontu (Kanada) pod názvem „Domalt systém“. Kapacita sladovny je 12 000 t sladu za rok a sladovací postup je znázorněn v schématu *obr. 6*. Přechištěný ječmen padá ze zásobníku 2 do automatické váhy s dávkovacími zařízeními 3, dále pak do mísičho přístroje 4, kde je ječmen promísen s potřebným množstvím vody. Čerpadlem 5 je pak přepraven do prací a máčecí sekce 6, kde se v protiproudu vody pere a současně máčí. Postupuje pak dále do úseku mokrého klíčení, kde na řadě perforovaných pásů je podroben sprchovému máčení 7 a kde současně již také klíčí. V dalším úseku 8 probíhá rovněž na perforovaných pásích vlhké klíčení, při kterém leží zelený slad až v 70 cm vysoké vrstvě, je velmi opatrně přesypáván a jemně rosen. Podle údajů je máčení a klíčení skončeno asi v polovině času potřebného k normálnímu postupu [9]. V úseku sušení a hvozďení 9 se při některých typech sladu předsouší vratným vzduchem a po odhvozďení se slad před výsunem ještě chladí. Při projekci sladovny byly uplatněny poslední poznatky výzkumu, regulační techniky a automatizace. Zařízení není ovšem tak jednoduché, jak by se podle schématu zdálo. Také údržba nebude snadná; udává se, že příliš namáhané součásti jsou připravovány vždy ve dvou vyhotoveních, aby byla zaručena rychlá výměna. Spotřeba energie je nižší než u běžných pneumatických sladoven, obsluhu obstarává rovněž pouze 1 pracující za směnu. Podle údajů jsou také sladovací výtěžky a jakost sladu dobré.

## Hvozdění

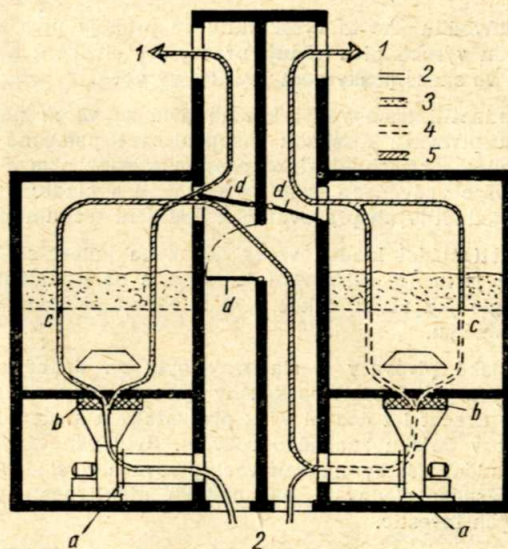
Teoreticky se názory na průběh hvozdění v podstatě nezměnily. Stále se však pozorněji rozlišují obě fáze hvozdění. V první, která u nás probíhá na

horní lísce, se slad podle požadovaného typu sladu zbavuje pomaleji nebo rychleji vody a ovlivňuje se tím současně činnost enzymů a intenzita biochemických změn. V druhé fázi, na spodní lísce se slad hvozdí za vysokých teplot a chemickými přeměnami nabývá charakteristické vlastnosti podle požadovaného typu sladu. Toto rozlišení se také uplatňuje při nových konstrukcích hvozďů.

Je pochopitelné, že se také projevují snahy co možná nejvíce zkrátit průběh hvozdnění. Opouštějí se proto tradiční způsoby a konstruují se jednodískové hvozdy, na kterých leží slad ve vysoké vrstvě, neobrací se a odsouší se za pomoci ventilátorů, rychlým prostupem přehřátého nebo horkého vzduchu. Všechny tyto jednodískové hvozdy soustavy Müger, Steinecker nebo Winkler pracují na stejném principu. Mohou být vytápěny přímo spalninami koksu, antracitu a za určitých předpokladů i topného oleje nebo nepřímo všemi druhy paliva. Jsou vybaveny vždy sklopnými lískami, programovou regulací teplot a intenzity průchodu vzduchu a plně automatizovány.

Aby mohl být proces předsoušení a hvozďení každý samostatně regulován a upraven, staví se často dvě lisky vedle sebe. Tento způsob je zvlášť oblíben v Anglii [10]. Jak známo, klade se v Anglii velký důraz na dokonalé dotažení sladu a dotahuje se nejméně 5 hodin při 80 °C. Je zajímavé, že se také v Anglii přechází k nepřímému topení hvozdů a že se používá vodou chlazených topenišť na méně hodnotná paliva, podobně jako je tomu u topenišť soustav Růžičkovy.

V obr. 7 je znázorněno propojení dvou jednolískových hvozdů, otápěných přehřátou vodou podle soustavy Steineckerovy. V schématu je vyznačen na pravé straně průchod smíšeného vzduchu na pedsoušení a na levé straně průchod horkého vzduchu k hvozdění. Po sebrání sladu v levé části postupuje se pak obráceným směrem a hvozdí se slad na pravé straně. Podle četných údajů v litera-



Obr. 7. Schematické propojení dvou jednodískových hvozdů (Steinecker)

1 — odvod vzduchu; 2 — čerstvý vzduch; 3 — horký vzduch;  
4 — smíšený vzduch; 5 — vratný vzduch - odvod vzduchu; a —  
ventilátor; b — topný registr (přehřátá voda); c — mísící ko-  
mora; d — regulace vzduchu



туře jsou ekonomické výsledky u těchto hvozdu velmi dobré a rovněž jakost sladů je dobrá.

### Literatura

- [1] Gloetzel J.: Tagesz. f. Brauerei **60**, 600 (1963).
- [2] Dyr J., Cuřin J.: Kvasný průmysl **5**, 280, (1959).
- [3] Doležalová A., Kv. prům. **10**, 178 (1964).
- [4] Macey A., Stowell K. C.: Jour. Inst. Brew. 391 (1957).
- [5] V. Karel: Kv. prům. **10**, 245 (1964).

- [6] Sladovna syst. Popp, Kv. prům. **10**, 287 (1964).
- [7] Frauenheim E. E.: Proceedings EBC Řím 1959.
- [8] Kleber W.: Brauwelt **102**, 1117 (1962).
- [9] „Domalt“ cont. malting, Brew. Guardian **90**, 111 (1961).
- [10] Macey A.: Brauwelt **103**, 767 (1963).

P o z n á m k a : Druhá část článku Nové směry v technologii piva bude uveřejněna v příštím čísle.

Došlo do redakce 9. 12. 1964

### НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СОЛОЖЕНИЯ И ПИВОВАРЕНИЯ

В статье отмечается обнаруживающееся в последнее время стремление сократить период времени между завершением научноисследовательских работ по определенному технологическому вопросу и их внедрением в практику солодовен и пивоваренных заводов. Описываются некоторые новые производственные процессы применяемые в солодильной и пивоваренной промышленности, а также оборудование необходимое для их внедрения.

### NEUE WEGE IN DER MÄLZEREI- UND BRAUEREITECHNOLOGIE

In dem Artikel wird auf die intensiven Bestrebungen hingewiesen, die in den Brauereien und Mälzereien der Einführung der Forschungsergebnisse in die Praxis gewidmet werden. Es wird eine Übersicht neuer technologischer Methoden, die sich in den Brauereien und Mälzereien durchsetzen, angeführt. Zusammen- und Maschinen beschrieben, die zu der Realisation der neuen Methoden nötig sind.

### NEW TRENDS IN MALTING AND BREWING TECHNOLOGY

The author comments the present situation in malting and brewing industries characterized by efforts to shorten intervals between the research and development stage of technologic problems and stage of practical application. Some new methods which have recently been introduced at breweries and malting plants are briefly described, as also machines and installations required for new processes.