

Kontinuální výroba sladu III. Analytické zhodnocení technologického postupu výroby zeleného sladu

ZDENEK ŠAUER a JAN VOBORSKÝ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

663.43 - 932
663.439

Hodnotí-li se s odstupem několika let úvahy o možnostech uplatnit kontinuální procesy ve sladařsko-pivovarském průmyslu, je vidět, že se za daleko nadějnější pro úspěšnou realizaci považovala výroba sladu. Komplikované pivovarské výrobní postupy se zdály být nesnadno usměrnitelné v nepřetržitý sled a soudilo se, že řešení si vyžádá ještě mnoho času. Skutečnost však ukázala, že tomu tak není. Kontinuální sladovna postavená podle Stodartova postupu v Kanadě a v minulém roce v Anglii, zůstaly zatím jako jediné. Naproti tomu ve výrobě piva se objevilo již několik systémů proudové výroby v provozním měřítku. Zdá se, že u sladařů se dosud nepřekonala nedůvěra ke kontinuálním procesům. Důvodem je hlavně obava, zda si výrobek zachová svou jakost i typický charakter a dále hospodářské aspekty. Racionalizace ve výrobě sladu pokročila již tak daleko, že je problematické předem dokázat, zda kontinuální proces bude výhodnější. Naději bude mít jen takový systém, který zjednoduší technologii, zkrátí celý výrobní postup, zvýší výtěžnost a bude provozně i investičně výhodný, ovšem s hlavní podmínkou, že bude produkovat slad dobrých vlastností.

Nová bádání, jež revidují pravý účel fyziologických pochodů a odhalují úlohu embrya v klíčícím zrně, dala podnět k navržení řady sladovacích metod. Ty spočívají buď v použití chemických prostředků, nebo v úpravě životních podmínek při klíčení, zvláště v počáteční fázi. Značná nechuť praktiků k zavádění různých stimulačních a inhibičních prostředků a někde i výslovný zákaz jejich používání, přesouvá pozornost na regulaci přirozeného procesu klíčení základními faktory, jimiž jsou voda, O_2 , CO_2 a teplota. Výzkumy v tomto směru přinesly značný pokrok v teorii i v praxi. Některé z nich se uplatnily i při návrhu na řešení kontinuální sladovnické linky [1], třebaže značně zasahují do ustálené technologie. Projevily se pozměněným průběhem exotermických reakcí [2] i biochemických přeměn klíčícího ječmene.

Uspořádání pokusů

Pro analytické zhodnocení průběhu klíčení na kontinuální pásové lince byly provedeny 4 pokusy:

- A — způsob pětidenního vedení na klíčící lince,
- B — způsob pětidenního vedení na klíčící lince s použitím stimulatoru růstu,
- C — způsob šestidenního vedení na klíčící lince,
- D — srovnávací pokus odpovídající humnovému sladování.

Postup praní a sprchového máčení byl u způsobů A, B, C stejný. Klíčení se vedlo za teplot charakteristických pro studený průběh a jeho doba se mě-

nila změnou délky intervalů mezi přesypy z pásu na pás. Způsob větrání zeleného sladu i teplota prostoru klíčírny se neměnila. Skutečná doba klíčení byla v případech A, B, C o 24 h delší vzhledem k tomu, že ječmen tuto dobu již klíčí na sprchovací lince. Máčení (3 dny) a klíčení (7 dní) se vedlo u pokusu D postupem obvyklým v běžné praxi. Pro aplikaci kyseliny giberelové se použilo dávky 300 mg GA + 10 g glukózy na 100 q ječmene.

Metodika

Použité analytické metody byly upraveny tak, aby se dal zjistit momentální stav rozpustných látek v klíčícím zrně a nejdůležitější složky enzymového systému. Pro jednotlivá stanovení se připravily 3 základní sladové eluáty:

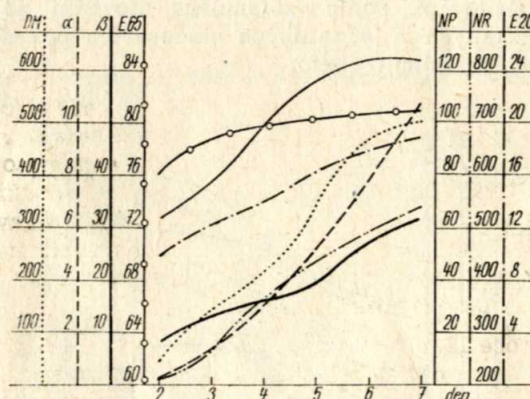
1. studený výluh (20 °C),
2. teplý výluh (40 °C),
3. horký výluh (65 °C).

Výluhy se připravovaly v mixéru (Pragomix, u něhož se zmenšil objem nádoby dokonale těsnící gumovou přepážkou asi na 1 l. Postup mixace byl přizpůsoben požadovaným podmínkám a rozmixovaná směs se dormutovala v lázni, vyhřáté na příslušnou teplotu.

Ve studeném výluhu se stanovil extrakt, polypeptidy (polarograficky) a celkový rozpustný dusík.

Teplý výluh byl základním roztokem pro určení diastatické mohutnosti podle Windische-Kolbacha a stanovení aktivity α - a β -amylázy.

V horkém výluhu se stanovil extrakt.



Obr. 1. Průběh klíčení při pětidenním vedení v klíčírně
DM — diastatická mohutnost (j./suš.); α — aktivita α — amylázy (mg maltózy/100 g suš.); β — aktivita β — amylázy (mg maltózy/100 g suš.); E 65 — extrakt horkého výluhu (65 °C — %/suš.); NP — polypeptidy stanovené polarograficky Brdiczkovou reakcí (mg cystinu/100 g suš.); NR — rozpustný dusík studeného výluhu (mg N/100 g suš.); E 20 — extrakt studeného výluhu (20 °C — %/suš.)

Výsledky pokusů

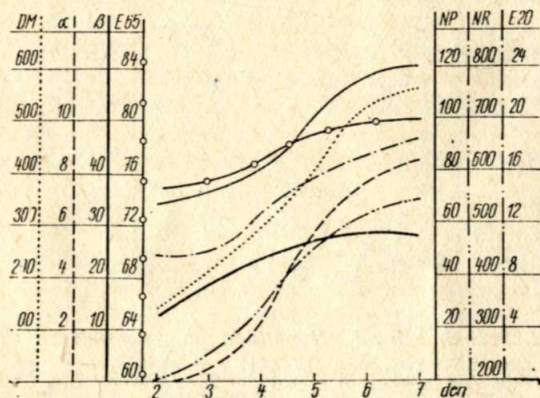
K pokusům se použilo vytříděného, odrůdově ne-
jednotného ječmene středočeské provenience, roč-
ník 1963/64. Nepříznivou vlastností tohoto ročníku
byla vysoká objemová váha a zvýšená citlivost na
vodu.

Rozbor použitého ječmene:

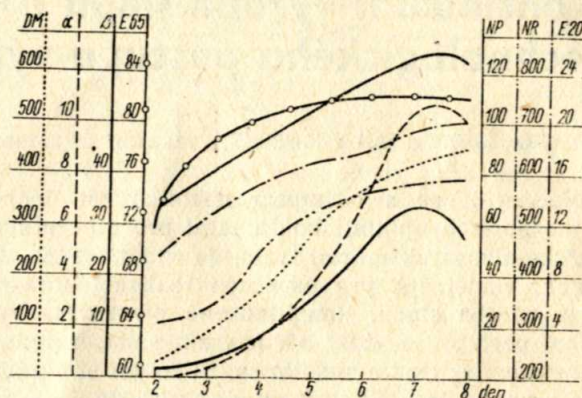
Obsah vody v %	12,5
Objemová váha v kg	74,4
Absolutní váha g v sušině	43,8
Třídění v %, nad 2,8 mm	94,2
nad 2,5 mm	5,4
nad 2,2 mm	0,1
Bílkoviny v sušině	10,9
Extrakt % v sušině	79,5
Předpověď extraktu %	82,0
Klíčivost %	96,0
Citlivost na vodu — rozdíl ve 4 a 8 ml testu	46,5
Nasákavost % H ₂ O	46,8
Sladovatelnost — poměr extrakt : bílkoviny	7,3

Kromě vysoké objemové váhy a citlivosti na vodu
pohybují se ostatní hodnoty v běžných mezích. Prů-
běh biochemických změn při klíčení uvedenými po-
stupy lze hodnotit porovnáním získaných hodnot a
hodnot optimálních v hotovém zeleném sladu a po-
dle průběhu hodnot pokusně vedeného klíčení ve
srovnání s klíčením na humně. Instruktivní pohled
na proběhlé změny poskytuje grafické znázornění
na obr. 1 až 4. Jsou v nich soustředěna všechna sle-
dovaná kritéria pro jeden sladovací cyklus.

Při pětidenním vedení na klíčící lince, tj. celkem
6denním klíčením, mají křivky téměř všech sledova-
ných kritérií stále stoupající tendenci (výjimkou
je křivka DM), a to by nasvědčovalo, že rozlušto-
vací procesy nedosáhly vrcholu. Přesto lze říci, že
absolutní hodnoty se v hotovém zeleném sladu velmi
přibližují žádanému optimu. V průběhu klíčení sti-
mulovaného ječmene je patrné v mnohém směru
zlepšení. Z křivek 7denního klíčení je jasné vidět,
že vrcholu bylo dosaženo a že některé hodnoty kle-
sají. Tato tendence je charakteristická i u humno-
vého sladování. Podle vzájemného srovnání hod-
not, získaných z jednotlivých sladovacích pokusů,
lze průběh hodnotit takto:



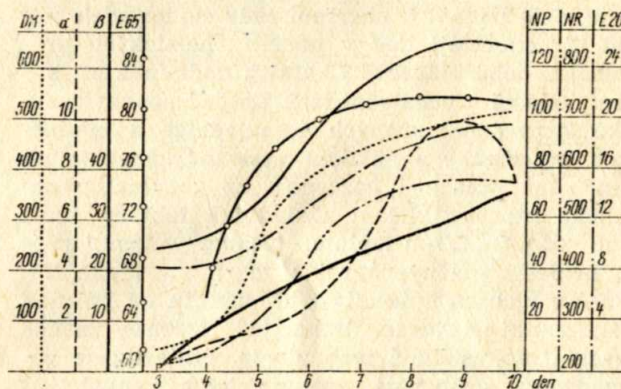
Obr. 2. Průběh klíčení při pětidenním vedení v klíčírně
— stimulace gibberelinem



Obr. 3. Průběh klíčení při šestidenním vedení v klíčírně

Amylolýza

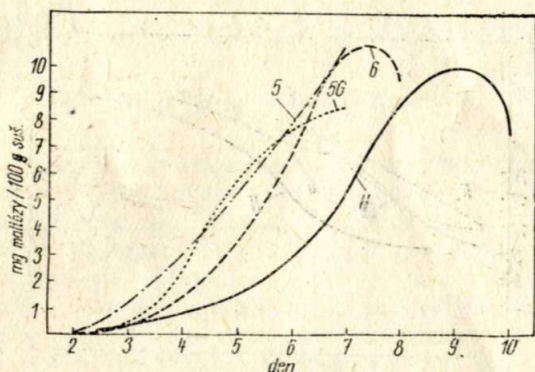
Amylolýtická činnost se sledovala podle tvorby
 α -amylázy, obsahu β -amylázy, DM a extraktu při
65 °C. U postupů C a D bylo dosaženo maxima tvor-
by α -amylázy přibližně den před nastřením zeleného
sladu. Z toho lze soudit, že rovněž v případech A a B
se dosáhlo právě vrcholu, i když obě křivky mají
ještě stoupající tendenci. V dosažené aktivitě β -amy-
lázy nejsou u jednotlivých pokusů znatelné rozdíly,
rozličná je však doba, potřebná k dosažení maxima.
Podle průběhu křivek lze pokládat 7denní klíčení
(postup C) za optimální. Rovněž u DM bylo dosa-
ženo 7. dne nejvyšších hodnot, zatímco u humno-
vého sladu o 2 až 3 dny později. Hranice 7. dne se
projevila i u tvorby extraktu při 65 °C.



Obr. 4. Průběh klíčení srovnávacího pokusu

Proteolýza

Působení proteolytických enzymů se sledovalo
podle množství celkového rozpustného dusíku a
množství polypeptidů stanovených polarograficky
Brdičkovou reakcí. Tvorba rozpustného dusíku kon-
tinuálně vedených sladů se liší ve srovnání s hum-
novým sladem v celkovém, zvláště však v počáteč-
ním průběhu. U humnového sladu se nejvíce roz-
pustného dusíku vytvořilo mezi 5. a 7. dnem klí-
čení, u sladů A, B, C byl jeho přírůstek téměř v ce-
lém průběhu pravidelný. Konečné hodnoty se příliš
neliší. Obdobně probíhají křivky přírůstků polypep-
tidů, sledovaných polarograficky. Mezi množstvím



Obr. 5. Průběh aktivity α -amylázy při různém způsobu klíčení

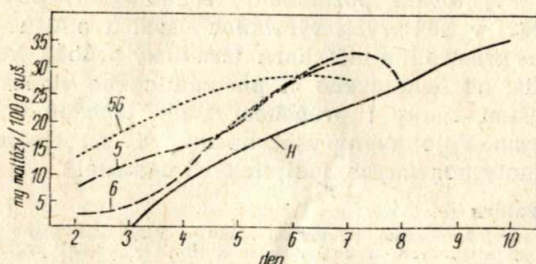
křivka 5 — pětidenní vedení v klíčírni; křivka 5 G — pětidenní vedení v klíčírni — stimul. giberelinem; křivka 6 — šestidenní vedení v klíčírni; křivka H — srovnávací pokus

celkového rozpustného dusíku a množstvím „polarografického dusíku“ byla zjištěna určitá korelace.

Rozluštění

Přestože stupeň rozluštění lze posoudit jen podle vyhodnocení celého souhrnu chemických a fyzikálních znaků, poskytuje extrakt při 20 °C pravděpodobný obraz o proběhlých změnách v endospermu. Dokazuje to i tvar křivky, který je analogický průběhu celkového i „polarografického“ dusíku. V tomto případě však 7. den není hraniční mezí a zdá se, že teprve 8. den klíčení se v hodnotách vyrovná humnovému vedení.

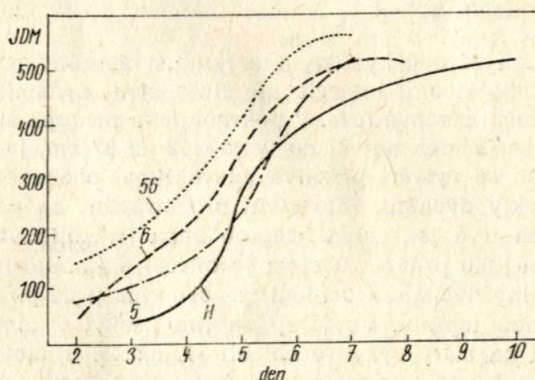
Srovnáním kontinuálně vedeného klíčení s klíčením na humně nápadně vyniká rozdíl v nástupu biochemických reakcí. U kontinuálních postupů je



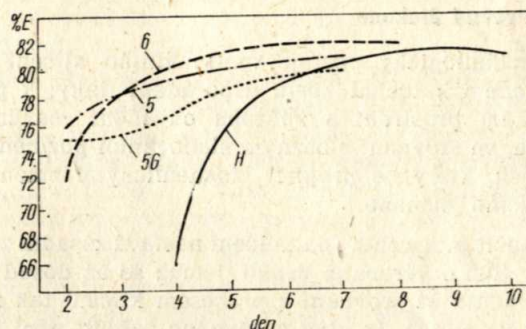
Obr. 6. Průběh aktivity β -amylázy při různém způsobu klíčení

téměř dvoudenní předstih. Je to následkem použitého způsobu máčení, které probíhá za intenzivního přístupu O_2 , příznivé teploty a v poměrně nízké vrstvě, srovná-li se s pneumatickými sladovadly. Dostatečný přísun vzdušného kyslíku se projeví příznivě nejen v samotném máčení, nýbrž následovně i při klíčení za podmínek charakteristických pro tento systém sladování. Tím, že se klíčí dílo v pravidelných časových intervalech přesypává, nastává sejmání, tj. stadium typické pro konečnou fázi sladování na humnech. U pneumatických zařízení se v tomto úseku používá více vratného vzduchu, obohaceného CO_2 . V celém systému kontinuálního procesu klíčení je narušen tradičně dodržovaný poměr $O_2 : CO_2$. Zesílená anaerobióza, o níž se všeobecně tvrdí, že podporuje proteolýzu [3] a zvyšuje sladovací výtěžek, je z tohoto procesu vypuštěna.

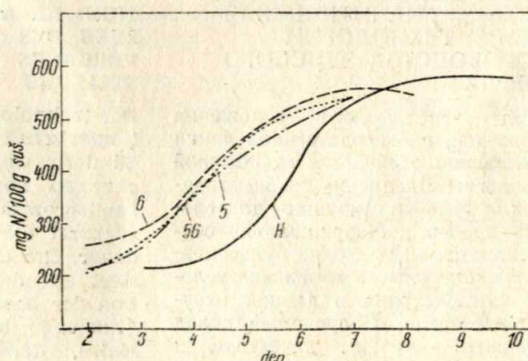
Je to dáno potřebou ochlazovat na přesypu proudem vzduchu k udržení studeného vedení klíčení. Vliv tohoto neobvyklého postupu na rozlušťování zrna, je znázorněn na obr. 5 až 11, a to vždy u jednoho kritéria při různých způsobech klíčení. Na první pohled je patrný vyrovnanější tvar křivek kontinuálně vedeného klíčení proti humnovému. Absolutní výše konečných hodnot přitom dosahuje přibližně stejné úrovně. Znamená to, že stoupající aktivita enzymového systému a její účinky na degradaci endospermu jsou pravidelněji rozloženy do celého procesu. Jak by se dal tento jev vysvětlit? V průběhu máčení má zrna možnost načerpat



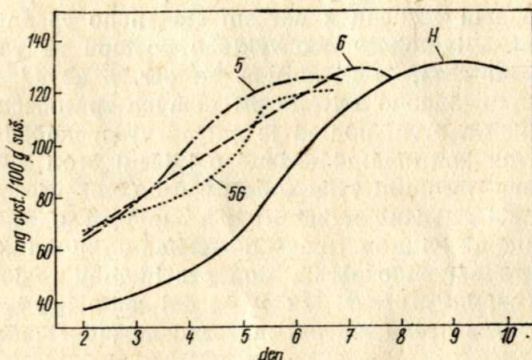
Obr. 7. Průběh diastatické mohutnosti při různém způsobu klíčení



Obr. 8. Průběh extraktu horkého výluhu při různém způsobu klíčení



Obr. 9. Průběh rozpustného dusíku při různém způsobu klíčení



Obr. 10. Průběh polypeptidů (Brdičkova reakce) při různém způsobu klíčení

značnou zásobu kyslíku, který nejen že záhy přeruší jeho životní letargii, ale zintenzivní dynamiku počáteční růstové fáze. V pokračujícím postupu klíčení se ječmen navrší do vrstvy 30 až 37 cm, jejíž výškou se vytváří příznivé mikroklima, obohacené produkty dýchání. Intenzivní provětrávání na přesypech trvá jen velmi krátkou dobu (několik vteřin) a jeho pravým účelem je odvést akumulované zplodiny dýchání a ochladit zrnovou masu na požadovanou teplotu. Vytvářejí se tím úseky, v nichž se až na malý výkyv v oblasti 13. až 15. klíčícího pásu, udržují stále stejné podmínky. Za tohoto stavu se neprojevilo nedodržení „odpočinku pod CO₂“ nepříznivě na rozlušťovacím procesu, zvláště na štěpení bílkovin.

Závěrečná diskuse

Technologický postup kontinuálního klíčení má vzhledem k technickému uspořádání linky, k podmínkám prostředí a způsobu odvádění reakčního tepla, ve srovnání s běžným sladováním pozmeněný průběh, který se projevil biochemickými změnami klíčícího ječmene.

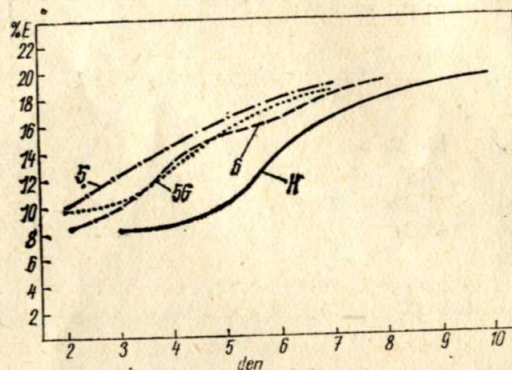
Použitím sprchového máčení nastává zásadní změna v tomto výrobním úseku, jemuž se až dosud nepřikládala ve srovnání s procesem klíčení tak rozhodující úloha. Je plně oprávněno zařadit nyní tuto fázi do biologické části sladovacího procesu. Postup sprchového máčení je charakterizován dvěma úseky:

НЕПРЕРЫВНОЕ СОЛОЖЕНИЕ. ЧАСТЬ 3. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОГО СОЛОДА

Метод непрерывного соложения в поточной, производственной линии существенно отличается от обычной технологии. Внедрение разбрызгивания для замочки сокращает длительность процесса. Проращивание осуществляется на принципе пульсаций, т. е. периодического изменения условий произрастания в данной окружающей среде. Получаемый солод отличается высоким качеством и почти не уступает выращенному в идеальных условиях токовому солоду.

KONTINUIERLICHE MALZFABRIKATION. III. ANALYTISCHE BEURTEILUNG DES TECHNOLOGISCHEN VORGANGS DER GRÜNMALZHERSTELLUNG

Der technologische Verlauf der kontinuierlichen Keimung auf endlosen Bändern weist wesentliche Abweichungen von dem üblichen Mälzungsprozess auf. Die Brauseweiche verkürzt die notwendige Mälzungsdauer. Die eigentliche Keimung basiert auf der regelmässigen Pulsation der Lebensbedingungen in dem gegebenen Medium und produziert Malze, deren Eigenschaften den ideal geführten Tennenmalzen sehr nahekommen.



Obr. 11. Průběh extraktu studeného výluhu při různém způsobu klíčení

Úsekem příjmu tzv. vegetační vody, tj. takovým stupněm domočení, které umožňuje biologický spád napětí a aktivaci enzymů. Obvykle je to v 18. až 24. hodině, kdy zrna obsahuje 30 až 34 % vody.

Úsekem postupně zesilující dynamiky klíčení, který trvá až do doby, kdy ječmen dosáhl požadovaného plného stupně domočení, a to je obvykle mezi 53 až 57 hodinou.

V této době je ječmen již ve stadiu pukavky a další vedení klíčení je založeno na pravidelné pulzaci životních podmínek, ovlivňovaných teplotou, O₂ a CO₂, popř. H₂O. Podle dosažených výsledků se ukázal jako nejvhodnější pulzační interval 5 hodin 20 minut, kdy bez použití stimulačních či inhibičních prostředků při šestidenním vedení na klíčící lince a celkové době sladování 8 dní, získá se zelený slad s vlastnostmi maximálně se blíží ideálně vedenému humnovému sladu. Proti dosavadním zvyklostem pozmeněný technologický postup, vytváří v některých výrobních úsecích odlišné životní prostředí a má charakteristický průběh, který se liší od humnového či pneumatického sladování vnějšími znaky i průběhem změn ječného endospermu. Tyto změny však nemají vliv na absolutní hodnoty konečných analytických ukazatelů.

Literatura

- [1] Šauer, Z.: Kontinuální výroba sladu — Vývoj pokusného zařízení a stanovení technologického postupu. — „Kvasný průmysl“, 10, 1964 : 197.
- [2] Voborský, J.: Kontinuální výroba sladu. II. Vývin tepla při klíčení a sladovací ztráta. — „Kvasný průmysl“, 11, 1965 : 75.
- [3] Urión, E.: „Brasserie“, 19, 1964 : 4.

Došlo do redakce 11. 2. 1965

CONTINUOUS MALTING. III. ANALYTIC EVALUATION OF GREEN MALT PRODUCTION TECHNOLOGY

Continuous germination in a line differs from the conventional methods in several stages of the process. The time required for making malt is reduced by introducing spray steeping. The germination is based upon periodic pulsations, changing growing and environmental conditions. The quality of malt is very high and can be compared with the very best floor malt.

