

Použití československých adsorbentů při výrobě koloidně stabilních piv

663.461.2 661.183

Ing. GABRIELA BASAŘOVÁ, CSc., Ing. JOSEF ŠKACH, Ing. IVANA ČERNÁ
Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

(Předneseno na Pivovarsko-sladařských dnech v Mariánských Lázních dne 28. a 29. dubna 1977)

Předpokladem výroby piva s vysokou koloidní stálostí je zpracování kvalitních surovin a dodržení technologického postupu pro příslušný typ piva. Dosážení několikaměsíční stability se potom může zajistit kombinací různých stabilizačních přípravků. Jde o úpravu koncentrace vysokomolekulárních dusíkatých a polyfenolových látek. Pro snížení obsahu bílkovinných prekurzorů zákalu v pivu je na trhu k dispozici celá škála stabilizačních přípravků srážecích, adsorpčních a enzymových. Specifické stabilizátory, snižující koncentraci polymerovaných polyfenolů v pivu, nejsou tak rozšířené a prakticky jde o adsorpční přípravky.

V biochemickém oddělení VÚPS jsme se v posledních letech podrobně zabývali studiem významu a změn polyfenolových látek ve výrobě piva. Základní poznatky o vlivu kvality surovin, složení sypání a technologického postupu na koncentraci polyfenolových látek v pivu je uveřejněno v Kvasném průmyslu č. 4, s. 73 z r. 1977.

V tomto sdělení uvedu souhrn výsledků z oblasti zvýšení koloidní a senzorické stability specifickou sorpcí polyfenolových látek československým přípravkem Sorsilén.

Polyfenolové látky se dělí podle dnešních názorů na monofenoly, monomerní polyfenoly a polymerní polyfenoly. Tzv. tříslovinná síla závisí na stupni jejich oxidace a polymerace. V průběhu výroby piva reagují s bílkovinami polymerované polyfenolové substance, které úmerně se stoupající molekulovou hmotou ovlivňují nejen koloidní stabilitu, ale i barvu a organoleptické vlastnosti piva. Naopak nízkomolekulární polyfenolové látky, které jsou obsaženy v čerstvých pivech, mají redukční vlastnosti a jsou přirozenými antioxidanty piva. Nízkomolekulární polyfenoly, především z chmele, zpomalují v pivu přeměnu vyšších alkoholů na těkavé karbonyly

a tím oddalují senzorické stárnutí piva. Pro zvýšení koloidní i senzorické stability je proto nutné odstranit z piva polymerované, v roztoku nestálé, polyfenoly při zachování původní koncentrace jednoduchých polyfenolů. Je třeba zajistit, aby tzv. index polymerace, který je vyjádřením poměru celkových k nízkomolekulárním polyfenolům, byl co nejnižší.

Naše dřívější výzkumy o vlivu stabilizačních prostředků poskytly řadu experimentálních průkazů o změnách koncentrace polyfenolových látek současně se srážecí, adsorpční a enzymovou stabilizací bílkovinných prekurzorů zákalu. Působení srážecích přípravků jako je tanin, vyučuje se současně s dusíkatými látkami i určitý podíl v roztoku nestálých výsemolekulárních polymerovaných polyfenolů. Při adsorpční úpravě proteinů se s dusíkatými látkami zachycují jednoduché polyfenoly — antokyanogeny, které zřejmě částečně oxidují na povrchu sorbantu a nemají stérické zábrany jako polymerované polyfenolové substance. Specifickými stabilizačními přípravky pro snížení koncentrace polyfenolů v pivu jsou syntetické bílkoviny. Rozpustné proteiny jako kasein, želatin a polyvinylpyrrolidon vyučují z roztoku přednostně polymerované polyfenolové komplexy, zatímco nerozpustné práškovité adsorbenty, jako Nylon 66 a Polyclar AT silněji adsorbuje menší polyfenolové substance, což není vyhovující z hlediska redoxního potenciálu a senzorické stability. Adsorpce polyfenolů je založena na tvorbě vodíkových můstků mezi hydroxyskupinami polyhydroxyflavanů a peptidovými vazbami proteinových stabilizátorů. U nerozpustných adsorbentů je menší kontakt s hydroxylovými skupinami vysokomolekulárních polyfenolů a povrchem adsorbentů, zatímco nízkomolekulární polyfenoly se zdánlivě adsorbuje uvnitř molekul.

Tabulka 1. Změny v koncentraci polyfenolových látek působením Sorsilénu u různých druhů piv

12 % pivo — označení	A	B	C	D				
Sorsilén dávka [g/hl]	0	100	0	50	0	50		
Polyfenoly [mg/1 000 ml]	191,06	178,75	235,34	211,56	237,80	224,68	251,74	220,58
Antokyanogeny [mg/1 000 ml]	50,50	50,00	69,00	69,00	52,20	50,00	54,00	49,00
Index polymerace (IP)	3,78	3,57	3,41	3,06	4,55	4,49	4,66	4,50
Celkové rozpuštěné dusíkaté látky [mg/100 ml]	63,03	63,03	52,99	52,76	—	64,34	—	74,51
Síranový test; ml nasyceného roztoku $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ na 10 ml	3,5	4,1	2,90	3,36	—	3,0	—	2,2
Proteinový koeficient (Pc)	92,00	91,50	69,52	66,36	—	79,14	—	102,77
Skutečná trvanlivost ve dnech	270	420	136	210	—	170	40	170

V rámci výzkumu na úseku stabilizace piva jsme u nové sorpcní hmoty Sorsilén zjistili řadu specifických vlastností, mj. i schopnost adsorbovat polymerované polyfenolové látky: výsledky výzkumu jsou předmětem dvou patentových přihlášek.

Sorsilén se připravuje z tuzemských surovin na bázi esterů kyseliny terfthalové podle postupu vypracovaného na katedře polymerů VŠCHT. Výroba se realizuje v n. p. Silon.

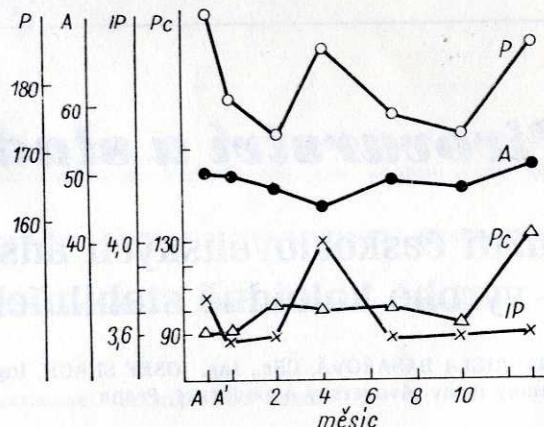
Sorsilén se vyrábí ve formě pravidelných kuliček, pasty i v dalších variantách. Makromolekuly jsou lineárně stočené do klubka. Molekulová hmota je přibližně 100 000. Přípravek je bílý až šedobílý, vyznačuje se velmi dobrou stálostí, vysokým bodem tání (255 °C), chemickou odolností k většině běžných chemikálií. Rozpouští se pouze působením fenolu a vysoké koncentrace anorganických kyselin. Je inertní vůči kontaminaci mikroorganismy, netoxicky a obtížně hoří. Hygienikem ČSR byl povolen pro používání v potravinářském průmyslu.

Diskutovaný sorbent je schopen na svém povrchu vásat řadu chemických látek: fenoly, částečně i huminové látky ze znečištěných vod. Dále snadno vásáte těkavé organické látky, juvenilní látky, stopové prvky apod. Je možno jej použít jako nosiče katalyzátorů s výhodou ve fluidním vznosu a jako dezaktivátoru enzymů, protože mění jejich molekulární konfiguraci. V případě potřeby je možné jej regenerovat. Z hlediska nápojového průmyslu je především významná jeho specifická sorpce výsemolekulárních polyfenolových látek. Výsledek našich výzkumů byl doposud úspěšný ve zvýšení koloidní a senzorické stability piva, vína a destilátů.

V tabulce 1 a 2 jsou uvedeny příklady snížení koncentrace polyfenolů úpravou různých druhů piv za přídavku 50 až 100 g/hl Sorsilenu. Adsorbent se dávkoval současně s křemelinou při filtraci. Ve všech případech aplikace Sorsilénu se příznivě snížil index polymerace polyfenolů.

Sledovali jsme dále vliv snížení koncentrace polyfenolů v pivu na změny koloidní a senzorické stálosti při několikaměsíčním skladování u čtyř provozních sérií zkoušek. Zjistili jsme, že lze na základě analytických výsledků, které zaznamenávají změny koncentrace bílkovinných a polyfenolových prekurzorů zákalu, v určitém stádiu skladování, určit koloidní i senzorickou kvalitu piva. Zvýšení vysokomolekulárních dusíkatých látek a polyfenolů v průběhu skladování upozorňuje na postupné oxidačně polymerační změny, které pak v určitém stádiu znamenají ztrátu rozpustnosti a vyloučení sedimentu či zákalu. Analyticky se stanoví v takovém případě nejdříve zvýšení proteinového koeficientu a zhoršení, tj. zvýšení indexu polymerace. Tvorba sedimentu či zákalu je analyticky dokázána náhlým poklesem proteinového koeficientu a indexu polymerace (graf 1). Zaznamená-li se v průběhu skladování nárůst obsahu jednoduchých antokyanogenů, nejedná se o jejich uvolňování z polymerovaných substancí, ale o oxidační změny jednoduchých polyfenolů, které za podmínek stanovených

dávají vyšší barevnou reakci. Většinou v následujícím období nastává polymerace, hodnota jednoduchých antokyanogenů poklesne za současného zvýšení celkových polyfenolů.



Obr. 1. Změny koncentrace polyfenolů, antokyanogenů, indexu polymerace a proteinového koeficientu v průběhu skladování piva — A

P — jsou polyfenoly podle Jerumanise II, [mg/1000 ml], A — antokyanogeny podle Harrise a Ricketse v úpravě Moštka [mg/1000 ml]

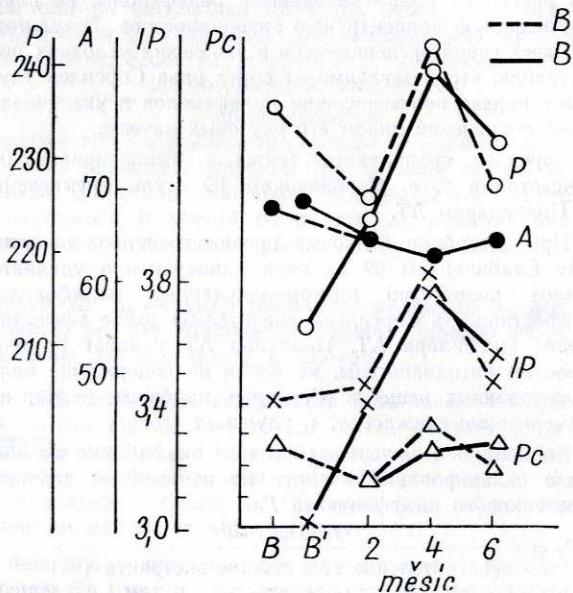
$$IP = \frac{\text{celkové polyfenoly [mg/1000 ml]}}{\text{antokyanogeny [mg/1000 ml]}}$$

$$Pc \text{ je proteinový koeficient} = \frac{A_{280 \text{ nm}} \cdot 10^3}{\% \text{ skutečného extraktu}}$$

U piva A na grafu, 1 tabulka 1 se ve 4. měsíci skladování zvýšil proteinový koeficient Pc i index polymerace IP. Za tyto změny je odpovědný stupeň provzdušnění piva při stočení, který znamená první sled polymeračních reakcí způsobených oxidací. V dalším období zřejmě jde již o polymerační a kondenzační postupy interakcí jednotlivých skupin extraktu. Vytvoření nepatrné pasterační sedlinky v prvních dnech po stočení se také projeví ve změnách IP a Pc, a to jejich mírným poklesem. V sedmém měsíci se zdánlivě zvýšila koncentrace jednoduchých antokyanogenů následkem oxidačních změn těchto látek. Pokles hodnoty proteinového koeficientu v 10. měsíci souvisí s vytvořením nepatrné voluminézní sedlinky. Současně v tomto období se změnily organoleptické vlastnosti piva. Závady byly definovány jako „stará chut“. V následující periodě (13. měsíc) nárůst proteinového koeficientu a celkových polyfenolů upozorňuje na další postup polymeračních změn koloidů, které jsou předzvěstí brzkého vytvoření sedlinky či zákalu. Pivo mělo trvanlivost 14 měsíců, což potvrzuje diskutované závislosti. U tohoto typu piva bez úpravy Sorsilénum je v průměru trvanlivost o 5 měsíců nižší, tj. 9 měsíců. Senzorická kvalita pokusného piva (se Sorsilénem) odpovídala v 2. měsíci skladování srovnávacímu výrobku týden starému a v 10. měsíci běžným vzorkům stočeným před 6–8 měsíci.

Tabulka 2. Vliv různých stabilizátorů na koncentraci polyfenolových látek v jednom typu piva

12 % pivo — označení	A	B	C	D
Stabiquick [g/hl]	—	100	—	—
Sorsilén [g/hl]	—	—	—	—
Polyclar AT [g/hl]	—	—	—	—
Polyfenoly [mg/1 000 ml]	221,94	215,64	231,51	212,38
Antokyanogeny [mg/1 000 ml]	59,50	54,50	57,50	55,00
Index polymerace (IP)	3,73	3,96	4,02	3,86
Celkové rozpuštěné dusíkaté látky [ng/100 ml]	58,97	56,89	59,33	57,47
Síranový test; ml nasyceného roztoku $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ na 10 ml	—	2,70	—	2,40
Proteinový koeficient (Pc)	—	102,19	—	109,47
Trvanlivost ve dnech	—	135	—	135



Obr. 2. Změny koncentrace polyfenolů, antokyanogenů, indexu polymerace a proteinového koeficientu v průběhu skladování piva B a B'

P — jsou polyfenoly [mg/1000 ml], A — antokyanogeny [mg/1000 ml], IP — index polymerace, Pc — proteinový koeficient, B — pivo srovnavací, B' — pivo upravené 100 g/hl Sorsilénem

U vzorku B (graf 2, tabulka 1) se pomalu, ale plynule zhoršoval koloidní stav piva pokusného i srovnávacího. Vzrůstal proteinový koeficient i index polymerace polyfenolových látek. Oba vzorky piv byly při senzorické analýze velmi dobře hodnoceny do 6. měsíce skladování. V tomto období se již projevily změny označené jako stará chut. Opět jako v předcházejícím případě je senzorické zhoršení v přímé relaci se změnami koloidního stavu piva. V období postupného nárůstu proteinového koeficientu a zhoršování indexu polymerace se v průběhu 4 měsíců skladování nezjistily zásadní organoleptické závady, zřejmě díky vyššímu obsahu hořkých látek a plnosti tohoto typu piva. V 6. měsíci pokles koncentrace výsemolekulárních polyfenolů a dusíkatých látek, tj. zdánlivé zlepšení indexu polymerace a proteinového koeficientu odpovídá u srovnávacího vzorku vytvoření sedliny a u piva upraveného Sorsilénem hraničnímu stadiu před ztrátou rozpustnosti koloidních komplexů. Pivo srovnávací mělo trvanlivost 136 dnů, pokusné 210 dnů. Je třeba podotknout, že trvanlivost se stanovila u piva uloženého při 20 °C, zatímco pivo pro analýzy se skladovalo v boxu při 12 °C.

V tabulce 2 jsou uvedeny rozdíly v koncentraci celkových polyfenolových látek, antokyanogenů a rozpuštěných dusíkatých látek při čtyřech úpravách jednoho typu piva. Při křemelinové filtrace se pivo stabilizovalo:

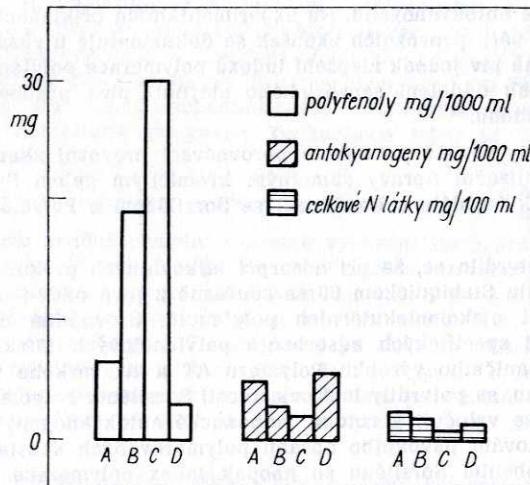
- A. 100 g/hl Stabiquick 69
- B. 100 g/hl Sorsilén

C. 100 g/hl Stabiquick 69 + 50 g/hl Sorsilén

D. 100 g/hl Stabiquick 69 + 7 g/hl Polyclar AT

Výsledky analýz potvrzly, že adsorbentem dusíkatých látek typu křemičitého gelu, kterým je Stabiquick 69, se částečně sníží v roztoku obsah polyfenolů, ale spíše jednoduchých antokyanogenů. Proto touto úpravou se index polymerace zhoršuje. Pivo upravená adsorbenty, jako jsou bentonity a křemičité gely, jsou náchylná na oxidační změny. Úbytek nízmolekulárních antokyanogenů z roztoku jejich sorpčním účinkem může být jednou z příčin rychlého senzorického stárnutí piva.

Příslušenství Sorsilénu se specificky sníží především koncentrace polymerovaných polyfenolů, index polymerace se zlepší, tj. sníží. Dávka Sorsilénu se zvolí podle původní koncentrace celkových polyfenolů v roztoku a pro pivo se pohybuje v rozsahu 50 až 100 g/hl. Z piva se oddělí Sorsilénem pouze specifické polyfenoly, jejichž fyzikálně chemické vlastnosti odpovídají podmínkám sorpce na povrchu Sorsilénu, a nemá tedy cenu adsorbent předávkovat.



Obr. 3. Rozdíl v koncentraci polyfenolů, antokyanogenů a celkových rozpuštěných dusíkatých látek v pivu před stabilizační úpravou i po ní

Pivo A bylo upraveno 100 g/hl Stabiquicku 69, B — 100 g/hl Sorsilén, C — 100 g/hl Stabiquicku 69 a Sorsilén, D — 100 g/hl Stabiquicku 69 a 7 g/hl Polyclarem AT

Polyclarem AT se sníží v pivo koncentrace jednoduchých antokyanogenů při zachování téměř původní hodnoty polymerovaných polyfenolových látek. Taková úprava má význam pro zvýšení odolnosti vůči chladu, ale ne pro oddalení tvorby stálého zákalu a zlepšení organoleptické neměnnosti při skladování piva. V grafu 3 jsou patrný rozdíly v působnosti Stabiquicku 69 a v jeho kombinaci jednak se Sorsilénem, jednak s Polyclarem AT na koncentraci celkových polyfenolů, antokyanogenů a cel-

kových rozpuštěných dusíkatých látek. Konečný stabilizační efekt při aplikaci jakéhokoliv stabilizačního přípravku závisí na tom, do jaké míry se podaří stočit pivo s minimálním provzdušněním. Na koncentraci kyslíku v pivu jsou senzitivní především pivá upravená adsorbenty. Proto má-li aplikace stabilizačních přípravků být efektní, je nutné současně zajistit v pivu pokles rozpuštěného kyslíku k hranici do 1 mg/l a vzduchu v hrdlovém prostoru láhve do 3 ml. V případě, že se nezajistí při stáčení vyrovnaný a nízký obsah kyslíku a vzduchu, zhorší se velmi rychle optimální analytická kritéria dosažená stabilizací, což upozorňuje na rychlý proces stárnutí koloidů.

Literatura

- [1] BASAŘOVÁ, G. - ČERNÁ, I.: Kvasný průmysl 20, 1974, s. 121
- [2] BASAŘOVÁ, G. - ČERNÁ, I. - ŠKACH, J.: Kvas. prům. 23, 1977, s. 73
- [3] BASAŘOVÁ, G.: Nové postupy stabilizace piv (délka výzkumná zpráva OÚ 9/2) VÚPS, Praha 1976
- [4] NARZIB, L. - BELLEMER, H. G.: Brauwissenschaft 29, 1976, s. 64

Basařová, G.: Použití československých adsorbentů při výrobě koloidně stabilních piv. Kvas. prům. 23, 1977, č. 9, s. 193—197.

Polymerované polyfenolové látky jsou většinou méně stálé v roztoku a barevné. Proto nepříznivě ovlivňují koloidní i senzorickou stabilitu piva. Naopak jednoduché polyfenoly, např. antokyanogeny, působí v zredukovaném stavu jako přirozené antioxidanty.

Autorka referuje o polymerní hmotě Sorsilén. Jedná se o československý výrobek, který mimo další významné vlastnosti má schopnost specificky sorbovat z roztoku polymerované polyfenoly při zachování původní koncentrace antokyanogenů. Na experimentálních příkladech ze čtyř sérií provozních zkoušek se dokumentuje u různých druhů piv jednak zlepšení indexu polymerace polyfenolů, jednak oddálení senzorického stárnutí piva působením Sorsilénu.

Byly rovněž provedeny porovnávací provozní zkoušky stabilizační úpravy samotným křemičitým gellem Stabiquick 69, dále v kombinaci se Sorsilénem a Polyclarem AT.

Potvrdilo se, že při adsorpce bílkovinných prekurzorů zákalu Stabiquickem 69 se současně z pivna oddělí malý podíl nízkomolekulárních polyfenolů. Srovnáním účinnosti specifických adsorbentů polyfenolových látek, tj. zahraničního výrobku Polyclaru AT a tuzemského Sorsilénu, se potvrdily lepší vlastnosti Sorsilénu. Polycarem AT se vylučují z roztoku jednoduché antokyanogeny při zachování původního obsahu polymerovaných substancí. Působením Sorsilénu se naopak index polymerace snižuje, tzn. zlepšuje.

Z výzkumné studie dále vyplynula možnost usuzovat podle změn v hodnotě proteinového koeficientu P_c

$$\left(P_c = \frac{A_{280} \text{ nm} \cdot 10^3}{\% \text{ skut. extraktu}} \right)$$

stanoveného po rozdelení vzorku na sloupce Sephadexu G 25 a indexu polymerace polyfenolů IP (= celkové polyfenolové látky)
antokyanogeny na skutečný koloidní i senzorický stav piva v určitých stadiích skladování.

Konečný stabilizační efekt vsemi přípravky a technologickými úpravami v skutečné stálosti závisí na dosažení minimálního obsahu rozpuštěného kyslíku v pivu a ve vzduchu v hrdlovém prostoru lahvi při stáčení.

Basářová, G.: Применение чехословацких адсорбентов для производства коллоидно устойчивого пива. Квас. прум. 23, 1977, № 9, стр. 193—197.

Полимеризованные полифенольные вещества в растворах недостаточно устойчивы, а кроме того их красят. Они поэтому влияют неблагоприятно на коллоидную и вкусовую стойкость пива. В отличие от них простые полифенолы, как напр. антицианогены являются в восстановленном состоянии натуральными антиокислителями.

Автор описывает выпускаемый в Чехословакии препарат Сорсилен, отличающийся способностью сорбировать из растворов полимеризованные полифенолы, не влияя на исходную концентрацию антицианогенов. Результаты четырех серий экспериментов в заводских условиях подтверждают, что независимо от сорта пива Сорсилен улучшает индекс полимеризации полифенолов и увеличивает срок сохранения пивом его вкусовых качеств.

Сорсилен сравнивался также с импортированными веществами т. е. Стабиквиком 69 (гель кремнезема) и Поликларом AT.

При адсорбции белковых предшественников помутнение Стабиквиком 69 из пива одновременно удаляется малое количество низкомолекулярных полифенолов. Эффективность Сорсилена значительно выше эффективности Поликлара AT. Поликлар AT удаляет из пива простые антицианогены, не влияя на содержание полимеризованных веществ. Сорсилен, наоборот, индекс полимеризации снижает, т. е. улучшает его.

Коллоидное и вкусовое состояние пива можно в любой фазе складирования оценить по изменениям значения протеинового коэффициента P_c

$$P_c = \frac{A_{280} \text{ nm} \cdot 10^3}{\text{действительное содержание экстракта (\%)}}$$

(этот коэффициент определяется путем разделения образца на колонне Сэфадэкса Г 25) и по индексу полимеризации полифенолов

$$I_p = \frac{\text{общее содержание полифенольных веществ}}{\text{антокианогены}}$$

Независимо от вида применяемого средства эффективность стабилизации зависит от количества кислорода, растворенного в пиве, а также находящегося в воздухе, заключенном в горлюшке бутылки. Содержание кислорoda должно быть минимальным.

Basařová, G.: Application of Czechoslovak Absorbents Helps to Brew Colloidally Stable Beer. Kvas. prům., 23, 1977, No. 9, pp. 193—197.

Since polymerized polyphenolic substances present in solutions colour them and generally are not stable enough, they affect unfavourably colloidal and organoleptic stability of beer. Simple polyphenols as e. g. anthocyanogens have quite different properties and act in reduced state as natural antioxidants.

The authoress evaluates the properties of a new polymerized preparation called Sorsilén and manufactured in Czechoslovakia. Its principal advantage is its ability to sorb from solutions selectively polymerized polyphenols maintaining the original concentration of anthocyanogens. The article deals with the results of four experiments on industrial scale carried out with various kinds of beer which show, that Sorsilén improves the polymerization index of polyphenols and prolongs the period of organoleptic stability of beer.

Sorsilén has been also compared with some other preparations, viz. Stabiquick 69 (silicic acid gel) and Polyclar AT.

If Stabiquick 69 is used to absorb proteinaceous turbi-

dity precursors, it removes from beer a small amount of low-molecular polyphenols. As to the efficiency of specific absorbents of polyphenolic substances, Sorsilén is better than imported Polyclar AT. Polyclar AT removes from solutions simple anthocyanogens without changing the initial concentration of polymerized substances. Sorsilén reduces the polymerization index, i. e. improves it.

Both colloidal and organoleptic properties of beer in any storing stage can be evaluated by the changes of the protein coefficient (P_c) value

$$P_c = \frac{A_{280 \text{ nm}} \cdot 10^3}{\text{true extract (\%)}}$$

which can be determined after the sample has been partitioned on the Sephadex G 25 column, and by the polymerization index of polyphenolic substances

$$IP = \frac{\text{all polyphenolic substances}}{\text{anthocyanogens}}$$

No matter what a preparation is used to stabilize beer, the effect depends always on the amount of oxygen dissolved in the beer and also contained in air trapped in bottlenecks. It should be as low as possible and bottling technology must meet this requirement.

Basařová, G.: Anwendung tschechoslowakischer Adsorptionsmittel bei der Herstellung kolloidal stabiler Biere.

Kvas. prům. 23, 1977, No 9, S. 193—197.

Die polymerisierten Polyphenole sind meist weniger stabil in der Lösung und in der Farbe. Deshalb beeinflussen sie ungünstig die kolloide und sensorische Stabilität des Bieres. Die einfachen Polyphenole, z. B. Anthocyanogene, wirken im Gegenteil im reduzierten Zustand als natürliche Antioxydationsmittel.

In dem Artikel wird über die Polymersubstanz Sorsilén berichtet. Es handelt sich um ein tschechoslowakisches Erzeugnis, das neben anderen wichtigen Eigenschaften die Fähigkeit besitzt, aus Lösungen die polymerisierten Polyphenole bei Einhaltung der ursprünglichen Konzentration der Anthocyanogene spezifisch zu sorbieren. Auf experimentalen Beispielen aus vier Betriebsversuchsserien wird bei verschiedenen Biersorten nicht nur die

Verbesserung des Indexes der Polymerisierung der Polyphenole, sondern auch die Hinausschiebung der sensorischen Alterung des Bieres durch Einwirkung des Sorsilens dokumentiert.

Es wurden weiter auch Vergleichsversuche mit der Stabilisierung mittels Silikagel Stabiquick 69 in alleiniger Applikation und in Kombination mit Sorsilén und Polyclar AT durchgeführt.

Die Ergebnisse bestätigten, daß bei der Applikation des Stabiquicks 69 zur Adsorption der eiweißhaltigen Trübungsprecuren dem Bier gleichzeitig ein kleiner Anteil der niedermolekularen Polyphenole entnommen wird. Der Vergleich der Wirksamkeit der spezifischen Adsorptionsmittel der Polyphenole, d. i. des ausländischen Erzeugnisses Polyclar AT und des tschechoslowakischen Sorsilens, bestätigte die besseren Eigenschaften des Sorsilens. Bei Anwendung des Polyclars AT werden aus der Lösung die einfachen Anthocyanogene bei Einhaltung des ursprünglichen Inhalts der polymerisierten Substanzen ausgeschieden. Bei der Applikation des Sorsilens wird im Gegenteil der Polymerisationsindex herabgesetzt, d. h. verbessert.

Die Forschungsarbeit zeigte weiter die Möglichkeit, aus den Änderungen des Proteinkoeffizienten P_c

$$P_c = \left(= \frac{A_{280 \text{ nm}} \cdot 10^3}{\% \text{ wirkl. Extr.}} \right),$$

der nach der Trennung der Probe auf der Sephadex-G-25-Säule ermittelt wurde, und aus dem Index der Polymerisation der Polyphenole IP

$$\left(IP = \frac{\text{Gesamtpolyphenole}}{\text{Anthocyanogene}} \right)$$

auf den tatsächlichen kolloidalen und sensorischen Zustand des Bieres in bestimmten Stadien der Lagerung zu schließen.

Der Stabilisierungs-Endeffekt bei Anwendung aller Präparate und technologischer Maßnahmen, d. h. die tatsächlich erreichte Haltbarkeit hängt ab von der Minimalisierung des Gehalts an lösbarem Sauerstoff im Bier und in der den Flaschenhalsraum ausfüllender Luft durch Einhaltung geeigneter Technologie während des Abfüllens.