

Zhodnocení metodik pro stanovení barvy po povaření

PhMr. HANA VRTĚLOVÁ, RNDr. MARTA MACHALOVÁ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský Praha, pracoviště Brno

663.4 663.443.41

Klíčová slova: pivo, výroba, sladina, barva, kongresní sladina, křemelina, EBC jednotky, spektrofotometrické hodnoty.

1. Úvod

Při hodnocení exportního sladu bylo v posledních letech zavedeno do vybraných analytických kritérií také stanovení barvy po povaření. Toto speciální kritérium je některými zákazníky požadováno proto, že barva sladiny většinou neodpovídá skutečně dosažené barvě v provozních podmínkách, neboť během rmutování, varu a chlazení se mění v závislosti na chemických a enzymových reakcích.

Na našem pracovišti jsme se zabývali řešením příčin vyšších barev, ale i barev po povaření. Slady vyráběné z ječmenů sklizně 1982 měly z určitých nasávacích oblastí sklon k vyšším barvám, ale především k vysokým barvám po povaření. Bylo podezření, že určité odrůdy tento negativní jev zvyšují.

Také v literatuře byl tento problém dosti široce diskutován a názory různých autorů se značně liší. Kritizována je i navržená metoda na stanovení barvy po povaření. Není totiž příliš přesná a byla několikrát upravována, neboť difference mezi laboratořemi jsou velké. Při našem ověřování a zavádění metodiky do laboratoře byl zaslán kruhový vzorek vybraným evropským kontrolním stanicím. Hodnoty barev po povaření jednotlivých laboratoří kolísaly v rozmezí hodnot 4,8–5,75 jednotek EBC, což dokumentuje značnou nepřesnost metody.

2. Literární přehled

Metoda stanovení barvy po povaření byla již v roce 1927 navržena *Windischem* a *Kolbachem* [1], ale v té době nebyla akceptována. Navrhovali stanovit barvu kongresní sladiny po dvou hodinách varu a tím získat představu o barvě piva.

V roce 1963 publikovali *Kolbach* a *Zastrow* [2] studii a metodu upřesnili. Navrhli vařit sladinu 2 hodiny pod zpětným chladičem v 500 ml baňce na glycerinové lázni při 108 °C. Po filtraci se změnila barva v jednotkách EBC. Podle autorů byla nalezena statistická pozitivní korelace vysoce signifikantní ($r = +0,85^{xxx}$) mezi barvou po povaření a barvou vyrobeného piva.

Stage [3] kritizoval tuto metodu na základě své podrobné studie. Doporučil filtraci před měřením, vybarvení přes membránu a var sladiny v malých lahvích po dobu 1 h při 108 °C.

Navržená metoda pro oficiální stanovení pak byla předmětem studia analytické komise EBC, ale doposud nebyla oficiálně schválena a přijata.

První výsledky *Kolbacha* [4] a další četné práce položily základ pro statistické výpočty:

Barva konvenční sladiny / barva podle Kolbach - Zastrow
 $r = +0,46^x$

Barva konvenční sladiny / zvýšením barvy po povaření
 $r = 0,34^x$

Formolový dusík / zvýšením barvy po povaření
 $r = +0,29$

Nebyla korelace mezi vzestupem barvy podle Kolbacha - Zastrowa a obsahem redukcujících cukrů a množstvím taninů.

Rovněž *Kremkov* a *Kraus* [5] zhodnotili výsledky 109 várek testem Kolbach - Zastrow a našli relace mezi různými parametry. Tak vyšší obsah rozpustného dusíku sladiny dává předpoklad vyšší barvy piva a rovněž pH má značný vliv.

Podle pokusů *Runkela* [6], který statisticky zhodnotil výsledky sklizně 1971, existuje lineární korelace mezi testem Kolbach - Zastrow a barvou konvenční sladiny, daná pro určité sladovny. Uvádí příklad pro jednu sladovnu, kdy korelační lineární koeficient $r = +0,93^{xxx}$ byl vysoce signifikantní ($n = 217$).

Scriban [7] uvádí ve své obsáhlé práci výsledky četných pokusů o vlivu zvyšujících se teplot na hvozďe [tab. 1 a 2], popř. vliv těchto teplot na barvu různých odrůd [tab. 3] [8].

Uvedené tabulky dokumentují, že s teplotou hvozdu stoupají hodnoty barvy po povaření. Silný vzestup teploty způsobí velmi silné vybarvení a tím vzestup barvy sladiny. Se stoupající teplotou koresponduje vzestup barvy konvenční sladiny, ovšem vznik barvy během výroby v pivovaru může být odlišný a záleží na kvalitě sladu a zařízení varny.

Tab. 1. Vliv teploty hvozdu na hodnoty barvy

Teplota °C	Konvenční sladina	Barva po povaření	Barva piva
70 80	2,8 3,6	13 8,8	9,8 7,9

Tab. 2. Zelený slad předsušen při 55 °C na 8% a pak sledován vliv teploty na hvozdu

Teplota	Sladina konvenční	Test K-Z EBC	pH	Barva po povaření EBC	ITT	Barva piva EBC
65	2,2	6,7	6,08	8	495	6,7
70	2,4	7,4	6,05	10	270	7,2
75	2,5	8,0	6,04	11	255	7,7
80	2,7	8,7	5,98	12	195	8,3
85	2,9	9,4	5,93	13	155	8,8
90	3,4	10,4	5,92	14	135	10,5
95	3,8	17,8	5,88	15,5	120	12,7

Tab. 3. Vliv teploty hvozdu (5 h) na odrůdu

	60	65	75	85	95 °C
<i>Beace</i>					
Barva EBC	2,6	3,4	3,9	4,3	6,6
Barva po povaření					
K-Z EBC	3,5	4,7	5,4	6,1	8,8
Vzestup barvy	0,9	1,3	1,5	1,8	2,2
<i>Ingrid Eijel</i>					
Barva EBC	3,4	2,6	3,4	5,8	7,6
Barva po povaření					
K-Z EBC	4,0	3,6	5,4	8,0	13,0
Vzestup barvy	0,6	1,0	2,0	2,2	5,4

Za důležité složky piva jsou považovány melanoidiny. Jejich vznik se přičítá Maillardově reakci cukrů s aminokyselinami. Tato reakce probíhá při hvozdní, ale hlavně při rmutování a varu mladiny. Melanoidiny rozpuštěné v pivu byly odděleny chromatografií na sloupci Sephadexu G-25. Eluát je komplexní povahy, ale měření barvy jasně ukazuje, že barevná frakce neobsahuje dusík. *Casier et al.* [9] prokázali, že barva vzniklá při varu pod zpětným tokem směsi glukózy a alaninu je způsobena pouze karamelizací cukru. Tato reakce je katalyzována aminovou složkou.

Aby bylo možno objasnit a vysvětlit mechanismus tvorby barvy, byla provedena různá sledování, např. studie tvorby cukrů, α -aminodusíku [10]. Bylo zjištěno, že atenuační limit je vlastní pro každou odrůdu ječmene, klesá vždy postupně s mírou vzestupu teploty při hvozdní. Zatímco hodnota celkového dusíku se nemění, hodnota α -aminodusíku klesá. Dále bylo potvrzeno, že hodnota maltózy hvozdního sladu klesá, jestliže hodnota dextrinu stoupá. Maltóza a α -aminodusík se podílejí na tvorbě melanoidinů. Při teplotě v rozmezí 80–85 °C je změna aminokyselin málo zřejmá [11, 12].

Při vyšších teplotách a při vlaze vyšší než 4 % nastává silná tvorba barvy a arómatu. Intenzita barvy je následně reakce různých aminokyselin s glukózou při teplotách mezi 60–110 °C. Hydroxymethylfurfural = HMF je doporučován jako kritérium určující barvu piva a organoleptické vlastnosti. Metoda podle *Winklera* dává v kongresní sladince obsah 3,6–6,0 mg/l čistého HMF. Původ ječmene (provenience) má určitý vliv na tvorbu HMF. Rovněž se stoupajícím stupněm domočení se tato hodnota zvyšuje. Při teplotách na hvozdní Maillardova reakce zvyšuje obsah HMF. Při 65 °C se určí jen 2,3 ml/l HMF a při 105 °C je obsah již 40,4 mg/l. Povařením sladin se získají hodnoty 8,9, popř. 6,8 mg/l, které během kvašení klesnou asi na 1 mg/l HMF [13].

Problém barvy je nesnadný a je také předmětem již dlouholetých studií četných autorů. Ví se, že existuje pozitivní korelace mezi rozpustným dusíkem a barvou sladin a mezi barvou sladin a barvou piva. Sladaři většinou znají, které odrůdy dávají snadno vyšší barvy. Na

otázku, co tedy činit, je doporučováno zvolit pro každou partii ječmene vhodný postup máčení a klíčení, neboť obsah rozpustného dusíku závisí na ječmenu, stupni domočení, teplotě a délce klíčení. Chladné klíčení favorizuje odštěpení dusíku. Úsek hvozdní je rovněž velmi důležitý [14, 15]. Způsob hvozdní, tzn. podmínky sušení a dotahování, poměr vlaha a teplota sladu, vlaha a teplota vzduchu a vlaha před dotahováním — to vše se rozhodujícím způsobem podílí na tvorbě barvy. Hodnoty vlaha kolem 30–40 % a teplota 55–65 °C, kdy jsou enzymy sladu aktivní bez jakýchkoliv pochyb, mají podstatný vliv na tvorbu barvy.

Scriban [7] ve své studii uvádí tabulku vývoje barvy v provozech od sladu přes jednotlivá stadia výroby až k pivu (tab. 4).

Tab. 4. Vývoj barvy v EBC j.

Slad	Konec filtrace	Konec povaření	Čiření	Pivo
3,5	4,8	9,2	11,0	8,2

Na základě podrobných popisů a literárního souhrnu doporučujeme pro

1. Sladovnu:

- a) pečlivě sledovat vlahu a vývin enzymů před nastřeháním a dotahováním,
- b) zabezpečit dokonalou regulaci teploty, větrání a správné zatížení jak při klíčení tak i při hvozdní.

2. Pivovar:

- a) brát v úvahu barvu sladu a limitovat rozptyl barvy a podle svých piv upravit várku,
- b) složení pivovarské vody by mělo být konstantní, neboť pH sladin má podstatný vliv.

Přestože stanovení barvy sladin nebo mladiny je v podstatě jednoduchá metoda, nabývají značné rozdíly mezi laboratořemi. EBC navrhlo metodu založenou na porovnání sladin, mladiny nebo piva s barevnými skleněnými kotouči. ASBC navrhlo metodu spektrofotometrickou, založenou na odečítání při dvou vlnových délkách 430 a 700 nm, která je o něco přesnější, neboť eliminuje lidský faktor [16].

Porovnání metod stanovení barvy sladin, mladiny a piva, které jsou uvedeny v EBC, ASBC, IOB a MEBAK provedl *Rosenthal* [17], a to u 18 odrůd ječmene sklizně 1979. U série pokusů byla sledována barva kongresní sladin, barva po povaření, barva mladiny vroucí a chlazené a barva piva. Výsledky byly předneseny na EBC sympozium v Helsinkách. Lineární regrese ukázala lepší korelaci mezi sladinou a barvou piva, než mezi barvou po povaření a barvou piva. Ukázalo se, že existuje vyšší korelace mezi barvou sladin a barvou piva, což potvrdila série poloprovozních várek. Z toho vyplývá, že stanovení barvy kongresní sladin dává dostatečnou předpoklad pro barvu piva. Pro kontrolu barvy piva v pivovaru je vhodné sledovat barvu ochlazené mladiny [18].

Stejného názoru je i *Weith* [19], který hodnotil vhodnost a užitečnost jednotlivých analýz. Názory se stále mění. Barvě kongresní sladin se připisovala dlouho velká důležitost. Potom se začala preferovat barva po povaření a po sympoziu v Helsinkách se opět přešlo na barvu kongresní sladin. V praxi se však většinou pro jistotu při nákupu sladu požadují obě hodnoty.

Názor, že podle hodnot barvy sladu nelze usuzovat na hodnoty barvy piva [20], byl vysloven již v roce 1927, kdy *Windisch* a *Kolbach* navrhli stanovit barvu kongresní sladin po 2 hodinách varu. Toto kritérium však přichází v posledních letech po různých úpravách a návrzích do popředí zájmu [21].

V současné době není však ještě metoda barvy po povaření přijata a odzkoušena komisí EBC, ale v obchodních jednáních je některými firmami uznávána a požadována. Proto bylo i naše pracoviště nuceno tuto metodu zavést. Zvolená metodika a její zavedení a ověření bylo již provedeno v roce 1980/81 [22] a dále byly provedeny další úpravy pro zpřesnění.

Byla provedena regulace teploty glycerinových lázní externím tranzistorovým regulátorem pro 3 používané lázně a promíchávání bylo zlepšeno probubláváním vzduchem. Dále bylo nutné najít pro jednotlivé baňky s chladičem takovou polohu, aby se co nejvíce sladila rychlost kondenzujících kapek na předepsaný počet 25–26/min, neboť citlivost metody na teplotu je značná.

S problémem stanovení hodnot barev po povaření a barvy kongresní sladiny je diskutován také problém, jakou metodou určit barvu sladin, aby výsledky byly co nejobjektivnější. Tuto problematiku rozhodně lépe vyhodnocují metody spektrofotometrické, které eliminují některé známé nedostatky vizuálních metod.

V poslední době se tím podrobně zabývali Krüger *et al.* [23], kteří sledovali vhodnost nového fotometru fy Lange a porovnali výsledky s vizuální srovnávací metodou podle Helliga. Prokazatelně chybě a nedostačující odstupňování barev Helligeho kotoučů si vynutilo nové sestavení barevné řady sklíček pro kolorimetrické proměření. Bylo zjištěno, že barvy světlých sladin a piv lze novým fotokolorimetrem určit přesně, ale se zvyšováním barev sladin a piv vzrůstá nepřesnost.

Také Čejka *et al.* [24] provedli experimentální ověření výsledků dvou subjektivních a tří objektivních metod měření barvy sladin. Porovnali a statisticky zhodnotili získané výsledky a navrhli úpravu metody měření barvy kongresní sladin. Doporučují přidání křemeliny Celite 512 a protřepání vzorku kongresní sladin před vlastním stanovením. Tento postup zpřesní výsledky a jistě najde uplatnění v provozních laboratořích, avšak pro sériové analýzy je časově náročný.

Na našem pracovišti [25] jsme při sledování vlivu různých faktorů na hodnoty barvy po povaření měli k dispozici značné množství vzorků široké barevné škály a toho jsme využili pro porovnání a statistické vyhodnocení.

3. Vlastní měření

Příprava výluhu pro stanovení barvy po povaření byla prováděna upravenou metodou [22, 25] na glycerinových lázních a získaný filtrát byl hodnocen vizuálně metodou EBC a spektrofotometricky při vlnové délce 430 a 700 nm. K měření byl použit Spekol 21 — fy Zeiss — Jena s 1 cm skleněnou kyvetou a absorbance byla měřena proti vodě při šířce štěrbin 3 nm. Před měřením byl výluh vytřepán s 5 g křemeliny Hyflo Super Cel (asi 30 s).

Stanovení barvy kongresní sladin bylo hodnoceno vizuálně metodou EBC a spektrofotometricky při 430 a 700 nm a před měřením nebyla sladina upravována.

Hodnoty získané na spektrofotometru byly přepočítány na jednotky EBC jednak podle Bernarda a Scribana a podle Trommsdorfa [26, 24].

Výpočet podle Bernarda - Scribana [26]

Barva j. EBC = $27,4 \cdot A_{430} - 59,5 \cdot A_{700} - 0,3$

Výpočet podle Trommsdorfa [24]

Barva j. EBC = $25,5 \cdot (A_{430} - A_{700})$

Naměřené hodnoty byly sestaveny podle výšky hodnot barev naměřených metodou EBC a k nim pak přiřazeny hodnoty naměřené spektrofotometrickou metodou a hodnoty přepočítané pomocí obou uvedených vztahů. Dále byly přepočítány dva soubory dalších výsledků. Všechny získané výsledky pro jednotlivé hodnoty barev kongresní sladin, barev po povaření a soubory vzorků, byly statisticky vyhodnoceny Studentovým *t*-testem pro zjišťování shodnosti výsledků 2 metod na větším počtu analyzovaných vzorků [27]. Hodnoty *t* byly vypočítány ve vztahu:

$$t = \frac{|\bar{x}_a - \bar{x}_b|}{\sqrt{\frac{k \cdot (k-1)}{\sum (D_k - \bar{D})^2}}}, \text{ kde}$$

$$\bar{D} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k D_i \text{ a } D_i = (x_{ai} - x_{bi}).$$

Vypočítané *t* byly porovnány s tabelovanými hodnotami *t*, kde hladina významnosti α byla zvolena 0,050 (tab. 5 a 6).

Ze získaných výsledků vyplývá, že vztah podle Bernarda a Scribana vyhovuje velmi dobře pro přepočet spektrofotometrických hodnot na hodnoty v jednotkách EBC, a to jak u barev kongresní sladin, tak u stanovení barev po povaření. Výhodou je, že není nutné před měřením kongresní sladinu upravovat. Měření absorbancí na Specklu 21 lze úspěšně automatizovat přidáním podávče vzorků a tiskárny. Ovšem vyluh pro stanovení barvy po povaření je nutné upravit přidavkem křemeliny před filtrací, jak bylo uvedeno v popisu.

Druhý hodnocený vztah podle Trommsdorfa dává statisticky významně se lišící výsledky, a to jak pro barvy kongresní sladin, tak i pro barvy po povaření, a proto není pro naše potřeby vhodný.

Naše výsledky získané ze vztahu podle Trommsdorfa se shodují s výsledky, které publikoval Čejka *et al.* [24]. Výsledky získané ze vztahu podle Bernarda a Scribana [26] ukazují na dobrou shodu mezi hodnotami naměřenými a vypočítanými.

4. Doporučený postup měření

1. Pro stanovení barvy kongresní sladin

Stanovit barvu spektrofotometricky při 430 a 700 nm v 1 cm skleněné kyvetě proti vodě a Specklu 21, (NDR)

Tab. 5. Výsledky statistického porovnání metody EBC a hodnot vypočítaných podle Bernarda a Scribana

Barva k. slad. j. EBC	Počet vzorků	\bar{D}	<i>t</i>	t_α	Hodnocení stat. význam. rozdílu metod	Barva po povaření j. EBC	Počet vzorků	\bar{D}	<i>t</i>	t_α	Hodnocení stat. význam. rozdílu metod
2,5	10	0,03	0,03671	2,228	není významný	4,7	30	0,11	1,5714	2,042	není významný
2,7	30	0,01	0,19976	2,042	není významný	5,0	17	0,006	0,0684	2,110	není významný
3,0	30	0,03	0,3552	2,042	není významný	5,3	23	0,06	0,7179	2,060	není významný
3,3	29	0,07	1,1385	2,042	není významný	5,5	16	0,02	0,2847	2,120	není významný
3,5	14	0,007	0,0748	2,145	není významný	6,0	19	0,1	1,0731	2,093	není významný
3,7	20	-0,09	1,1329	2,086	není významný	6,5	17	0,1	0,9945	2,110	není významný
4,2	26	0,01	0,2072	2,030	není významný	6,7	30	0,17	2,0126	2,042	není významný
soubor	30	-0,06	0,9163	2,042	není významný	soubor	30	-0,02	0,3390	2,042	není významný

Tab. 6. Výsledky statistického porovnání metody EBC a hodnot vypočítaných podle Trommsdorfa

Barva k. slad. j. EBC	Počet vzorků	\bar{D}	<i>t</i>	t_α	Hodnocení stat. význam. rozdílu metod	Barva po povaření j. EBC	Počet vzorků	\bar{D}	<i>t</i>	t_α	Hodnocení stat. význam. rozdílu metod
2,5	10	0,51	8,4351	2,228	je významný	4,7	30	0,76	13,8227	2,042	je významný
2,7	30	0,49	9,4991	2,042	je významný	5,0	17	0,65	8,8644	2,110	je významný
3,0	30	0,58	8,8727	2,042	je významný	5,3	23	0,54	7,7754	2,060	je významný
3,3	29	0,70	9,1716	2,042	je významný	5,5	16	0,61	14,6236	2,120	je významný
3,5	14	0,65	6,5090	2,145	je významný	6,0	19	0,62	7,1223	2,093	je významný
3,7	20	0,68	8,0086	2,086	je významný	6,5	17	0,51	4,7394	2,110	je významný
4,2	26	0,49	5,5943	2,060	je významný	6,7	30	0,58	7,2631	2,042	je významný
soubor	30	-0,72	5,7472	2,042	je významný	soubor	30	-0,75	11,4773	2,042	je významný

při šířce štěrbin 3 nm. Při přepočtu na EBC jednotky použít vztahu podle Bernarda a Scribana.

Barva EBC j. = $27,4 \cdot A_{430} - 59,5 \cdot A_{700} - 0,3$.

2. Pro stanovení barvy po povaření

Metoda v glycerinových lázních — 200 ml kongresní sladiny se vaří 2 hodiny v 500 ml baňce s kulatým dnem pod zpětným chladičem tak, aby nekaramelizovala na stěnách. Do varu musí sladina přijít během 15–20 minut. Baňka se vnoří do přehřáté glycerinové lázně na teplotu 100–120 °C. Intenzita varu po dobu dvou hodin se řídí počtem kondenzujících padajících kapek (25–26/min). Po skončení varu se baňka ihned ochladí na teplotu místnosti proudem tekoucí vody. Sladina se vytřepe asi s 5 g křemelinou (Hyflo Super Cel — asi 30 s) a zfiltruje. První podíl asi 10 ml filtrátu se vrátí na filtr. Barva filtrátu se určí za stejných podmínek, jak je uvedeno pod bodem 1.

Literatura

- [1] WINDISCH W., KOLBACH P.: Wochenschr. Brau. **44**, 1927, s. 53.
- [2] KOLBACH P., ZASTROW K.: Monatschr. Brau. **16**, 1963, s. 47.
- [3] STAGE G.: Brauwelt **111**, 1971, č. 48, s. 1007.
- [4] KAISER A.: Brauindustrie **66**, 1981, č. 16, s. 1225.
- [5] KREMKOW C., KRAUS G.: Monatschr. Brau. **20**, 1967, s. 396.
- [6] RUNKEL U. D.: Monatschr. Brau. **21**, 1968, č. 9, s. 250.
- [7] SCRIBAN R.: Bios **12**, 1981, s. 16.
- [8] STAGE G.: Der Brauereitechniker, 1968, s. 185.
- [9] CASIER M., DELVAUX F., EYBEN D.: Cerevisia **4**, 1979, č. 1, s. 21.
- [10] PIENDL A.: Brauwelt **109**, 1969, č. 40, s. 783.
- [11] BARRET J., GRIFFITHS C. M., KIRSOP B. H.: J. Inst. Brew. **73**, 1967, s. 445.
- [12] MÄNDL B., WULLINGER F., WAGNER B., PIENDL A.: Brauwelt **110**, 1970, s. 437.
- [13] JÄGER P., SEELEITNER G.: Brauwiss. **34**, 1981, č. 6, s. 167.
- [14] OSTERTAG D.: Brauwiss. **24**, 1971, č. 3, s. 285.
- [15] ISEBEART L., VAN DER BEKEN R. a kol.: Inst. Tijdschr. Brouw. Mout. **30**, 1970/71, s. 178.
- [16] BERNARD M., SCRIBAN R.: Bios, **7**, 1976, č. 11, s. 14.
- [17] ROSENDAL I.: Journal Inst. of Brew. **88**, 1982, č. 5, s. 332.
- [18] ROSENDAL I.: Brauwiss. **33**, 1980, č. 12, s. 327.
- [19] WEITH L.: Brauwelt **121**, 1981, č. 45, s. 716.
- [20] WAINWRIGHT I., BUCKE G. K.: J. Inst. Brew. **83**, 1977, s. 125.
- [21] WINDISCH W., KOLBACH P.: Wo. Brau. **44**, 1927, s. 53.
- [22] NENTWICOVÁ M., DOLEŽALOVÁ A.: Kvas. prům. **30**, 1974, č. 1, s. 6.
- [23] KRÜGER E., SCHAPER M., KLUG CH., GUNDLACH D.: Mschr. Brauwiss. **36**, 1983, č. 9, s. 356.
- [24] ČEJKA P., ČEPIČKA J., ZÍTEK P., BASAŘOVÁ G.: Kvas. prům. **29**, 1983, č. 3, s. 52.
- [25] VRTĚLOVÁ H., MACHALOVÁ M.: VÚ č. 001, VÚPS pracoviště Brno 1983.
- [26] BERNARD M., SCRIBAN R.: Bios **7**, 1976, s. 14.
- [27] ECKSCHLAGER K., HORSÁK I., KODEJŠ Z.: Vyhodnocování anal. výsledků a metod, SNTL Praha 1980.

Vrtělová, H. - Machalová, M.: Zhodnocení metodik pro stanovení barvy po povaření. Kvas. prům. **32**, 1985, č. 3, s. 49–52.

Metody spektrofotometrické eliminují známé nedostatky vizuálních metod. Pro přepočet spektrofotometrických hodnot na EBC jednotky je jak pro barvy kongresní sladiny tak i barvy po povaření vhodnější vztah podle Bernarda a Scribana, ale u barev po povaření je nutné výluh před filtrací a vlastním měřením upravit vytřepáním křemelinou. Byla potvrzena dobrá shoda mezi hodnotami naměřenými a vypočtenými.

Вртелова, Г., Махалова, М.: Оценка методик для определения цвета после варки. Квас. прум. **32**, 1986, № 3, стр. 49–52.

Спектрофотометрические методы исключают известные недостатки визуальных методов. Для пересчета спектрофотометрических величин в ЕВС единицы как для цвета сусла, так и цвета после варки более подходящим является отношение по Бернарду и Скрибану, однако в случае цвета по слеварки необходимо экстракт перед фильтрованием и собственным измерением обработать встряхиванием с инфузурной землей. Было подтверждено хорошее сходство между величинами, полученными путем измерения и расчета.

Vrtělová, H. - Machalová, M.: Evaluation of Methods for Colour Estimation after Boiling. Kvas. prům. **32**, 1986, No. 3, pp. 49–52.

The spectroscopic methods eliminate usual insufficiency of the visual methods. For the recalculation of spectroscopic values to EBC units with the congress wort as well as with a colour after boiling is more suitable the formula according to Bernard and Scriban. Before a measuring of the colour after boiling it is necessary the extract treated with kieselguhr before its filtration and measurement proper. Experimental and calculated values showed a very good agreement.

Vrtělová, H. - Machalová, M.: Auswertung der Methoden für die Bestimmung der Farbe nach dem Kochen. Kvas. prům. **32**, 1986, Nr. 3, S. 49–52.

Die spektrophotometrischen Methoden eliminieren die bekannten Mängel der visuellen Methoden. Für die Umrechnung der spektrophotometrischen Werte auf EBC-Einheiten eignet sich nicht nur für die Farbe der Kongresswürzen, sondern auch für die Farbe nach dem Kochen die Beziehung nach Bernard und Scriban; bei den Farben nach dem Kochen muß jedoch der Auszug vor der Filtration und der eigentlichen Messung durch Schütteln mit Kieselgur aufbereitet werden. Es wurde eine gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und errechneten Werten bestätigt.