

# DR6000 în industria de fabricare a berii: Metode importante în conformitate cu MEBAK și ASBC

## Introducere

Conformitatea și calitatea superioară consecvente sunt două obiective cheie din industria băuturilor. Hach® susține aceste obiective prin analize comprehensive ale apei și berii.

Spectrofotometrul DR6000™ UV-VIS vine în sprijinul a numeroase măsurători analitice necesare pentru monitorizare în întregul proces de fabricare a berii - de la materiale brute la produsul final. Software-ul DR6000 specific fabricării berii a fost extins pentru a include cei mai importanți parametri, atât de la MEBAK<sup>1</sup>, cât și de la American Society of Brewing Chemists (Societatea americană a chimiștilor în domeniul fabricării berii) (ASBC)<sup>2</sup>. Acest lucru înseamnă că DR6000 poate fi utilizat în întreaga lume pentru a măsura calitatea berii.

## Metodele cheie în detaliu

### Culoarea berii

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 185 și următoarele ASBC Bere 10-A

Unitățile EBC și ASBC sunt utilizate în Europa și în Statele Unite ale Americii pentru a descrie culoarea (mai specific: intensitatea culorii) berii și a mustului de bere. Valoarea stipulată de Convenția Europeană de bere (EBC) sau de ASBC indică câtă lumină este absorbită de berea cu un anumit conținut de must inițial. Culoarea efectivă a fiecărei beri nu reprezintă nimic mai mult decât gradații ale unei nuanțe de maro, care scade în concentrație prin roșu, arămiu și culori chihlimbarii, până la galben auriu și galben deschis.

În plus față de culoarea malțului și mustul inițial, intensitatea culorii berii finale depinde în continuare de mulți alți factori, precum pregătirea mustului, valoarea pH-ului și procesul de fermentație.

Măsurarea culorii poate să pară trivială, însă este prima impresie pe care clientul o dobândește înainte de a consuma berea. Conformitatea culorii berii este din acest motiv un aspect important care poate fi monitorizat în întregul proces de fermentație.

Absorbția berii este măsurată la o lungime de undă de 430 nm. Pe plan istoric, culoarea berii exprimată în unități EBC este 10 x absorbția la 430 nm măsurată într-o cuvă de 1 inch (2,54 cm). Cu toate acestea, pentru MEBAK este stipulată o cuvă pătratică de 1 cm (10 mm). În consecință, pentru determinarea culorii berii în conformitate cu MEBAK se aplică următorul calcul:

Absorbția berii la 430 nm x 25 = culoare exprimată în unități EBC.

Pe plan istoric, culoarea berii exprimată în unități ASBC este 10 x absorbția berii la o lungime de undă de 430 nm și cu utilizarea unei cuve de 1/2 inch (1,27 cm). Cu utilizarea unei cuve stipulate intermediar de 1 cm (10 mm), se aplică următoarele în conformitate cu metoda ASBC Bere-10A:

Absorbția berii la 430 nm x 25 = culoare exprimată în unități EBC

## NOTĂ PRIVIND APLICAȚIA: DR6000 PENTRU METODE MEBAK ȘI ASBC

În plus, turbiditatea probei este verificată în metoda ASBC prin intermediul unei măsurători a absorbției la 700 nm. O probă nu este clasificată drept tulbure dacă absorbția la 700 nm este  $\leq 0,039 \times$  absorbția la 430 nm.

În DR6000, programele pentru măsurarea culorii berii sunt disponibile atât pentru măsurare în conformitate cu MEBAK, cât și pentru măsurare în conformitate cu ASBC.

Culoarea berii în conformitate cu MEBAK	Program 2006	0 - 60 de unități
Culoarea berii în conformitate cu ASBC*	Program 2020	0 - 60 de unități

Următoarea scală de culori ale berii este utilă pentru orientare:

EBC	Exemplu	Culoarea berii
4	Pale Lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse	
6	Maibock, Blonde Ale	
8	WeiÙbier	
12	American Pale Ale, India Pale Ale	
16	WeiÙbier, Saison	
20	English Bitter, Extra Special Bitter	
26	Biere de Garde, Double IPA	
33	Dunkles Lager, Märlen, Amber Ale	
39	Brown Ale, Bock, Dunkelbier, Dunkelweizen	
47	Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter	
57	Stout	
69	Foreign Stout, Baltic Porter	
79	Imperial Stout	

(Sursă: [http://de.wikipedia.org/wiki/EBC\\_\(Bier\)](http://de.wikipedia.org/wiki/EBC_(Bier)))

### Unități de amăreală

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 234 și următoarele ASBC Bere-23, Must-24

Concentrația gusturilor amare este o caracteristică cheie a calității berii. Gusturile amare apar în timpul fierberii din cauza izomerizării acizilor  $\alpha$  din hamei. Gusturile amare sunt extrase cu izooctan din proba acidificată, iar absorbția este măsurată spectrofotometric la o lungime de undă de 275 nm.

Metodele MEBAK și ASBC diferă doar în grad minim în ceea ce privește desfășurarea acestora. În timp ce în MEBAK, 6 N HCl este utilizată pentru a acidifica probele, ASBC utilizează doar 3 N HCl. După extracție, absorbția este măsurată într-o cuvă din cuarț de 10 mm în raport cu o probă oarbă de izooctanol de aceeași calitate.

În conformitate cu definiția MEBAK ȘI ASBC, rezultatele se calculează după cum urmează:

Bere:  $\text{absorbție la } 275 \text{ nm} \times 50 = \text{grad de amăreală în unități de amăreală}$

Must:  $\text{absorbție la } 275 \text{ nm} \times 50 = \text{grad de amăreală în unități de amăreală}$

Diversele calcule rezultă din diluările probelor de bere și/sau must specificate în procedură.

## NOTĂ PRIVIND APLICAȚIA: DR6000 PENTRU METODE MEBAK ȘI ASBC

Valorile standard în conformitate cu MEBAK sunt 10 - 40 BU (unități de amăreală) pentru bere și 20 - 60 BU pentru must. În conformitate cu ASBC, intervalul de măsurare pentru bere este de până la 100 de unități (200 pentru must) și este raportat în IBU (unități internaționale de amăreală).

În DR6000, programele pentru măsurarea unităților de amăreală sunt disponibile atât pentru măsurare în conformitate cu MEBAK, cât și pentru măsurare în conformitate cu ASBC.

Unități de amăreală, bere	Program 2001	10 - 40 BU	
Unități de amăreală, must	Program 2003	20 - 60 BU	
Unități de amăreală în conformitate cu ASBC, bere*		Program 2021	10 - 100 IBU
Unități de amăreală în conformitate cu ASBC, must*		Program 2011	20 - 200 IBU

Notă:

Pentru analiza unităților de amăreală, se poate utiliza și testul cuvă Hach LCK241 (disponibil doar în Europa). Prin introducerea substanțelor chimice în cuvele prefabricate, se pot economisi atât timp, cât și costurile cu substanțele chimice (mai presus de toate, izooctan de calitate).

Tabel 1: Unități de amăreală ale celor mai populare tipuri de bere (de la Brauerei-Forum)

Tip de bere	Unități de amăreală	mg de acizi izo-alfa/l de bere
Grâu	15 - 20	15 - 20
Vollbier	18 - 24	18 - 24
Märzen	20 - 25	20 - 25
Export	22 - 26	22 - 26
Bock	28 - 36	28 - 36
Pils	30 - 38	30 - 38
Alt	35 - 50	35 - 50

### Acizi izo- $\alpha$ și acizi $\beta$

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 237 și următoarele

Compușii din hamei numiți humulone (sau acizii  $\alpha$  amari din hamei) oferă berii gustul amar. În timpul producției berii (fierberea mustului), din hamei rezultă acizii izo- $\alpha$  amari. Din acest motiv, conținutul de acizi izo- $\alpha$  constituie un factor cheie în ceea ce privește gustul berii. Acizii  $\beta$  contribuie de asemenea la gustul amar și sunt înregistrați odată cu această măsurătoare.

După ce gusturile amare (a se vedea mai sus) au fost extrase din proba cu izooctan și după o spălare ulterioară a probei, conținutul de acizi  $\alpha$  și  $\beta$  este determinat prin măsurarea absorbției probei la 255 nm și 360 nm [1]. Se utilizează o cuvă din cuarț de 10 mm și ambele tipuri de acid sunt determinate într-o măsurătoare combinată la două lungimi de undă.

Valorile standard în conformitate cu MEBAK sunt:

Bere: 10 - 40 mg/L de acizi izo- $\alpha$  și mai puțin de 2 mg/L de acizi  $\beta$

Must: 15 - 50 mg/L de acizi izo- $\alpha$  și mai puțin de 1 - 15 mg/L de acizi  $\beta$

În DR6000, programul pentru măsurarea acizilor izo- $\alpha$  și acizilor  $\beta$  este disponibil pentru măsurare în conformitate cu MEBAK.

Acizi izo- $\alpha$ și acizi $\beta$	Program 2013	0 - 60 mg/L de acizi izo- $\alpha$ și 0 - 80 mg/L de acizi $\beta$
--------------------------------------	--------------	--

### FAN (azot aminic liber)

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 84 și următoarele ASBC Bere-31, Must-12

Suma compușilor azotului biodisponibili în must este reprezentată de azotul aminic liber. Un conținut de FAN în exces poate duce la probleme atât în ceea ce privește gustul, cât și în ceea ce privește stabilitatea microbiologică a berii. Drojdia de bere și drojdia sălbatică fermentează aminoacizii în exces în alcooli cu catenă lungă (propanol, izobutanol). Nivelurile de FAN sunt de asemenea un bun indiciu privind finalizarea fermentației. Monitorizarea nivelului de FAN cu DR6000 va ajuta la răsturnarea mai rapidă a rezervoarelor odată ce nivelul de FAN este suficient de scăzut. Conținutul tipic de FAN este de 200 - 250 mg/L în must și de 10 - 120 mg/L în bere (MEBAK).

Metodele pentru MEBAK și ASBC sunt identice. Berea sau mustul preparat se amestecă cu un reactiv de culoare (pe bază de ninhidrină), iar absorbția este măsurată la o lungime de undă de 570 nm într-o cuvă de 10 mm.

Această absorbție este comparată cu cea de culoare produsă de un standard de glicină de 2 mg/L ca referință. Pentru o determinare mai precisă, valoarea blankului, standardul de glicină și proba sunt măsurate în triplu exemplar, iar valoarea medie este calculată. Din cauza preparării diferite a probelor de bere și must, sunt necesari factori interni de 50 (pentru bere) și 100 (pentru must).

Pentru berile și musturile negre, metoda MEBAK prevede dispoziții referitoare la măsurarea unei valori a blankului de probă în plus față de valoarea blankului de reactiv, pentru a lua în considerare colorarea intrinsecă a probei. Procesul de măsurare și calcularea concentrației pentru beri și musturi negre sunt stocate în DR6000 ca programe separate. În DR6000, programele pentru măsurarea azotului aminic liber sunt disponibile atât pentru măsurare în conformitate cu MEBAK, cât și pentru măsurare în conformitate cu ASBC.

FAN, bere blondă	Program 2008	0-400 mg/L FAN
FAN, must blond	Program 2007	0-400 mg/L FAN
FAN, bere neagră	Program 2016	0-400 mg/L FAN
FAN, must negru	Program 2015	0-400 mg/L FAN
ASBC FAN, bere*	Program 2024	0-400 mg/L FAN
ASBC FAN, must*	Program 2025	0-400 mg/L FAN

### Polifenoli totali

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 223 și următoarele ASBC Bere-35

Compușii fenolici din malț și hamei ajung în bere în diferite cantități, în funcție de tehnicile de producție. În funcție de structura și dimensiunea moleculelor, aceștia influențează puternic diversele caracteristici ale berii, precum culoarea, gustul, stabilitatea gustului, spuma și stabilitatea chimică și fizică<sup>1</sup>. Polifenolii au de asemenea un impact deosebit de puternic asupra aspectului final al berii. Nivelurile ridicate de polifenoli duc la o bere opacă.

Metodele în conformitate cu MEBAK și ASBC sunt identice. Polifenolii din probe reacționează cu ioni de fier (III) din soluția alcalină, formând complecși de fier colorați. Absorbția acestora este măsurată spectrofotometric într-o cuvă de 10 mm la o lungime de undă de 600 nm.

Calculul este efectuat după cum urmează:

$$\text{Absorbție la } 600 \text{ nm} \times 820 = \text{mg/L de polifenoli totali}$$

Valorile standard în bere sunt de 150 - 200 mg/L de polifenoli totali. Intervalul de măsurare al programelor salvate ajunge până la 800 mg/L.

În DR6000, programele pentru măsurarea polifenolilor totali sunt disponibile atât pentru măsurare în conformitate cu MEBAK, cât și pentru măsurare în conformitate cu ASBC.

Polifenoli totali	Program 2006	0 - 800 mg/L de polifenoli
Polifenoli totali în conformitate cu ASBC*	Program 2020	0 - 800 mg/L de polifenoli

## Dicetone vicinale

MEBAK brew-technical analysis methods, ediția a 4-a, 2002, pagina 134 și următoarele ASBC Bere-25 B

Versiunea MEBAK<sup>1</sup> curentă descrie măsurarea cromatografică cu gaz a diacetilului și 2,3-pentandionei.

În versiunea mai veche a MEBAK<sup>3</sup> și în ASBC, sunt furnizate două metode fotometrice diferite pentru determinarea dicetone-  
lor vicinale.

În timpul metabolizării drojdiei, 2-acetolactatul și 2-acetohidroibutiratul apar în cursul fermentației. Prin oxidare, aceștia sunt transformați în dicetonele vicinale diacetil și 2,3-pentandionă.

Cu toate acestea, diacetilul poate să apară și ca produs metabolic caracteristic al unor microorganisme<sup>1</sup>. Cu un conținut prea ridicat de dicetone vicinale, berea obține o aromă alterată. Acest lucru duce deseori la o aromă de bomboană de zahăr ars și unt sau la o senzație uleioasă în gură, care este neplăcută pentru consumator.

Urmând metoda MEBAK, cele două dicetone, diacetilul și 2,3-pentandionă, reacționează cu 1,2-fenilendiamina pentru a forma un produs final colorat, a cărui absorbție este măsurată într-o cuvă din cuarț de 2 cm la 335 nm. Această metodă utilizată frecvent pentru analize operaționale este în mod evident mai rapidă decât metoda cromatografică cu gaz, însă nu permite diferențierea între diacetil și 2,3-pentandionă.

Utilizând calibrarea efectuată de MEBAK, conținutul de dicetone vicinale este calculat după cum urmează:

$$\text{Absorbție la } 335 \text{ nm} \times 1,2 = \text{mg/kg VDK (dicetone vicinale)}$$

Valoarea țintă pentru berea blondă este mai mică de 0,15 mg/kg.

Metoda în conformitate cu ASBC este descrisă în metoda Bere-25 B cu titlul "Diacetyl – Broad spectrum method for VDK" („Diacetil – Metodă cu spectru larg pentru VDK”). De asemenea, această metodă nu înregistrează diacetilul separat, ci mai degrabă toate dicetonele vicinale prezente.

Urmând ASBC Bere-25 B, diacetilul (și 2,3-pentandionă) reacționează cu o soluție pe bază de naftol, formând un complex colorat, care este măsurat la o lungime de undă de 530 nm. Metoda a fost calibrată de Hach cu soluții standard pe bază de diacetil, iar factorul corespunzător a fost stocat în program. O măsurare de către utilizator a standardelor de diacetil pentru înregistrarea unei curbe de calibrare poate fi omisă în acest caz.

Utilizând calibrarea efectuată de Hach, conținutul de dicetone vicinale este calculat după cum urmează:

$$\text{Absorbție la } 530 \text{ nm} \times 3,7 = \text{mg/L de diacetil (dicetone vicinale)}$$

În DR6000, programele pentru măsurarea dicetone-  
lor vicinale sunt disponibile atât pentru măsurare în conformitate cu MEBAK, cât și pentru măsurare în conformitate cu ASBC.

Dicetone vicinale	Program 2014	0 - 1 mg/kg VDK
Diacetil în conformitate cu ASBC*	Program 2023	0 - 1 mg/L de diacetil

*Notă:*

*La fel ca în cazul determinării gusturilor amare, există de asemenea un test pentru cuvete prefabricate de la Hach, cu numărul LCK242 (disponibil doar în Europa) sau TNT819 (disponibil în S.U.A.) pentru determinarea dicetone-  
lor vicinale.*

## NOTĂ PRIVIND APLICAȚIA: DR6000 PENTRU METODE MEBAK ȘI ASBC

Reducibility MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 204 și următoarele

Reducibilitatea berii este un aspect cheie pentru gustul și stabilitatea biologică, chimică și fizică a berii. Reducerea compușilor care rezultă din malț și hamei previne și/sau minimizează procesul de oxidare din bere. Toți compușii cu reducere rapidă prezenți în bere sunt rezumați ca reductibilitate. Aceștia sunt măsurați după efectul de reducere al acestora asupra reactivului Tillmann (DPI). Decolorarea acestui reactiv în prezența probei de bere este măsurată la o lungime de undă de 520 nm și comparată cu colorarea inițială a reactivului. Reductibilitatea este exprimată printr-un număr adimensional. Acesta indică procentajul reactivului redus de proba de bere.

În evaluarea reductibilității berilor, se aplică următoarea scală în conformitate cu MEBAK<sup>1</sup>:

60	Foarte bună
50 - 60	Bună
45 - 50	Satisfăcătoare
< 45	Nesatisfăcătoare

În DR6000, programul pentru măsurarea reductibilității este disponibil pentru măsurare în conformitate cu MEBAK.

Reducibilitate	Program 2004	0 - 100
----------------	--------------	---------

### Valoarea acidului tiobarbituric (TAN)

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 55 și următoarele

Valoarea acidului tiobarbituric este o caracteristică rezumativă. Aceasta indică sarcina termică a malțului și mustului. Împreună cu 5-hidroximetilfurfural (HMF), un număr mare de substanțe care apar în urma reacției Maillard (reacție accelerată de căldură a zaharurilor și aminoacizilor) reacționează cu acidul tiobarbituric.

În testul MEBAK, substanțele de măsurat reacționează cu acidul tiobarbituric și formează un complex de culoare galbenă care este analizat fotometric la o lungime de undă de 448 nm.

Valorile standard din procesul de fabricare a berii sunt (în relație cu 12% must inițial):

- Must plin blond în cazan: < 22
- Must blond îndepărtat: < 45
- Must blond rece după răcirea mustului: < 60

O nouă abordare a acestei analize utilizează un test numit TBARS (substanță care reacționează cu acidul tiobarbituric), care înregistrează în principal malondialdehida. Și în acest caz, nivelul sarcinii termice a mustului prin efectul căldurii este înregistrat prin măsurare.

În DR6000, programul pentru măsurarea TAN este disponibil pentru măsurare în conformitate cu MEBAK.

TAN în bere/must	Program 2011	0 - 100 TAN (diluat1/10)
TAN în must preparat standard	Program 2012	0 - 100 TAN (diluat1/5)

## Antocianogeni

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 226 și următoarele

Antocianogenii sau leucoantocianidinele sunt o formă specială de antocianidine. Antocianidinele sunt acea parte din antocianine care oferă culoare, un grup de coloranți vegetali cu o bază fenolică. Antocianogenii (leucoantocianidinele din hamei) sunt transformați de acidul clorhidric fierbinte în antocianidinele de culoare roșie.

În măsurare, antocianogenii sunt mai întâi adsorbiți în poliamidă și apoi transformați de acidul clorhidric fierbinte într-o soluție roșie. Măsurarea este efectuată la o lungime de undă de 550 nm într-o cuvă de 10 mm.

Valorile standard din bere în conformitate cu MEBAK sunt de 50 - 70 mg/L, în funcție de tehnicile de producție. La momentul stabilizării cu PVPP, valorile standard sunt ca atare mai mici.

În DR6000, programul pentru măsurarea antocianogenilor este disponibil pentru măsurare în conformitate cu MEBAK.

Antocianogeni	Program 2005	0 - 100 mg/L ATC
---------------	--------------	------------------

## Probă fotometrică de iod

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 52 și următoarele

După ce malțul a fost produs din cereale, de cele mai multe ori orz, malțul este măcinat. Procesul efectiv de fabricare a berii începe cu brasajul. În acest proces, apa este încălzită la aproximativ 60 °C, apoi malțul măcinat este adăugat, iar mustul care rezultă este încălzit cu amestecare continuă la aproximativ 75°C, în funcție de proces. Cu temperaturi de prăjire diferite, enzimele transformă amidonul din malț în maltoză. Alternativ, se fierb părți din must, ceea ce duce la o gelatinizare fizică a amidonului. O probă de iod este apoi măsurată pentru a determina dacă amidonul dizolvat este complet zaharificat.

Dextrinele și amidonul din musturi sau bere sunt precipitate, dizolvate în soluție de tampon fosfat și amestecate cu soluție de iod. Colorare în roșu până la albastru este măsurată în spectrofotometru la o lungime de undă de 550 nm într-o cuvă de 10 mm. Valorile standard (din must) conform MEBAK sunt < 0,45.

În DR6000, programul pentru măsurarea antocianogenilor este disponibil pentru măsurare în conformitate cu MEBAK.

Probă de iod	Program 2010	Valoare iod 0 - 1
--------------	--------------	-------------------

## Fier

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012, pagina 423 și următoarele

Fierul poate pătrunde în bere prin materialele brute, precum și prin agenții de filtrare și/sau agenții de limpezire. De asemenea, acesta poate fi preluat de la aparate, linii sau doze sau poate exista în agentul de stabilizare a spumei berii. Fierul afectează în mod negativ stabilitatea coloidală, gustul, spuma și tendința de revărsare în șuvoi a berii.

Împreună cu AAS, fierul din bere poate fi de asemenea determinat spectrofotometric. Fierul trivalent este mai întâi redus la fier bivalent. Fierul bivalent reacționează cu FerroZine pentru a forma un complex de culoare violetă. Metoda stocată în DR6000 pentru determinarea fierului conține deja coeficientul de absorbție pentru fier. Creșterea curbei de calibrare este de 0,037/μg/l de Fe<sup>2+</sup>. Astfel, utilizatorul acestui program nu are nevoie să genereze o serie standard brevetată pentru fier în vederea calibrării. Valorile de referință din bere sunt de 0,200 mg/L.

În DR6000, este disponibil programul pentru măsurarea fierului în conformitate cu MEBAK.

Fier

Program 2017

0 - 1 mg/L de fier

## Referințe

<sup>1</sup> MEBAK Wort, Beer, Beer-Based Beverages, ediția 1 2012

<sup>2</sup> Societatea americană a chimiștilor în domeniul fabricării berii, Metode de analiză, ediția a 14-a

<sup>3</sup> MEBAK, metode de analiză tehnică a berii, volumul II, ediția a 4-a 2002

\* Societatea americană a chimiștilor în domeniul fabricării berii (ASBC): reproducere realizată cu permisiune de la ASBC pentru utilizare doar de către cumpărătorii instrumentelor Hach specificate. Nu se permite niciun alt caz și nicio altă reproducere fără permisiune în scris de la ASBC.