

## Stanovení křehkosti a homogenity sladu friabilimetrem

Ing. MARIE NENTWICOVÁ, Dr. ALICE DOLEŽALOVÁ — Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, pracoviště Brno

**Klíčová slova:** slad, jakost, kontrola, křehkost, homogenita, stanovení

Jednou z nových metod, které se snaží splnit požadavky pivovarníků je stanovení homogenity a křehkosti sladu friabilimetrem podle *Chapona*. Poprvé s ním seznámil autor odborníky v r. 1978 na Oktobertagung VLB. Na sladovnickém zasedání v r. 1979 [1] zdůraznil *Chapon* důležitost kvality sladu pro ekonomii a kvalitu výroby piva. Vyšší obsah dusíkatých látek, ječmene vyvolává vyšší sklovitost ječmenů a tím i sladu a jejich zvýšenou tvrdost. Dnešní znalosti enzymových pochodů v ječném a sladovém zrně umožňují lepší řízení rozlušťování škrobových zrn a sladař se musí účelným použitím technologie přizpůsobit požadavkům pivovarníka. Na druhu a rozsahu enzymového štěpení je závislá kvalita sladu. Škrobová zrna, která se při rmutování mění v rozpustné složky, nejsou homogenní a tvoří krystalické a amorfni zóny. Ve sladu existují velká a malá škrobová zrna. Malá obsahují více amylosy, mají vyšší teplotu ztekucení a rovněž vyšší podíl vázaných proteinů a dají se  $\alpha$ -amylasou štěpit jen v menší míře než velká škrobová zrna. U dvouřadých sladovnických ječmenů se vyskytuje méně malých škrobových zrn než u krmných ječmenů. Malá škrobová zrna mají pak velký vliv na tvorbu částic zpomalujících scezování sladiny. Podle *Chapona* se můžeme při kontrole sladu omezit na sledování dvou veličin, a to na fyzikální stupeň rozluštění a enzymový potenciál. První veličinu lze stanovit friabilimetrem, který umožňuje vyjádření podílu sklovitých zrn a tím homogenitu sladu. V praxi se mimo to osvědčilo stanovení RE při 45°C. Vedle těchto dvou stanovení jsou podle autora důležité

stanovení rovnováhy PT v iso-pivech a tanoidy ve studeném výluhu ječmene a sladu. Rovnováha poměru P:T je vyjádřena obsahem bílkovin (protein P) k tanoidům (T).

Výhody metody stanovení friability jsou v její schopnosti vyjádření křehkosti sladu a homogenity jedním stanovením [2]. Za 8 minut se oddělí tvrdá sklovitá zrna nebo sklovité části zrn (polosklovitá), které neprojdou drátěným sítím, od křehkých složek sladu. Podle hodnot friability je možno uskláňovat slad v sílech a míchat slady potřebné kvality. Činnost friabilimetru je blízká praxi, srovnatelná se šrotováním a dobře reprodukovatelná. Doba analýzy včetně diferenciace sklovitých a polosklovitých zrn a výpočtu trvá asi 15 minut. Přesnost analýzy je 1 až 2%. Další výhodou je malá poruchovost přístroje. Jeho cena byla v r. 1980 2500 DM.

Metoda stanovení friability se poměrně rychle rozšířila jak ve vědeckých ústavech, tak i v pivovarsko-sladařských provozech zemí EBC. Zkušenosti s výsledky stanovení jsou publikovány v odborných časopisech. Tak např. *Kieninger* [3] podává informaci o zkouškách s friabilimetrem a o vztahu hodnot friability ke kvalitě sladu. Porovnání se vztahuje hlavně na analytické hodnoty rozdílu moučka-šrot, viskozitu a friabilitu. Autor uvádí, že originální *Chaponův* přístroj poskytuje hodnoty poněkud vyšší než zařízení západoněmecké firmy Pfeuffer, která je vyrábí. Nutno použít korekce pro dosažení shody mezi oběma typy. Jako hranice pro dobře rozluštěné slady byla shledána hodnota friability nejméně 70%. Při viskozitách nad 1,6 mPa klesá hodnota friability pod 70%.



V další práci rozebírá Kieninger [4] situaci jarních a ozimých ječmenů a kvalitu posuzuje mimo jiné i friabilimetrem. Dochází k zajímavým závěrům. Vyhodnocením svých analýz dostal koeficienty korelace friability k rozdílu moučka-šrot a viskozitě.

|                                    | Moučka - šrot | Viskozita |
|------------------------------------|---------------|-----------|
| u všech sladů                      | — 0,68        | — 0,55    |
| slady z dvouřadých jarních ječmenů | — 0,72        | — 0,97    |
| slady z ozimých ječmenů            | — 0,54        | — 0,69    |

Hodnota friability je podle autora ovlivněna obsahem pluch a odrůdou.

Chapon *et al.* [5] se zabývali mimo jiné i vhodností analytických metod k posouzení kvality sladu. Uvádějí důležitost stanovení RE při 45°C, které velmi dobře vyjadřuje kvalitu sladu. Například křehký slad s minimem celosklovitých zrn se dá rychle a s příznivou výtěžností zpracovat, avšak v dalším procesu se v mladině vyskytne ochuzení na vitálních látkách pro obnovu kvasničných buněk, leží-li RE při 45 °C pod standardem 36. Kvalitní slad má vykazovat RE při 45°C nad 38.

Významným výsledkem práce uvedeného kolektivu je zjištění korelace mezi křehkostí sladu a obsahem tanoidů, tzn. že stoupající obsah polyfenolů bez nebo s nízkou tříslovinou mohutnosti jde ruku v ruce se stoupající kvalitou sladu a příznivým vlivem na kvalitu piva. Konstatují, že rozsah vlhkosti zkoušeného sladu od 4 do 7% ovlivňuje hodnoty friabilimetru jen nepatrně. Dále byla v této práci zjištěna vysoce průkazná korelace mezi křehkostí sladu a obsahem tanoidů, viskozitou a konečným stupněm prokvašení. Nebyla zjištěna korelace mezi friabilitou a RE při 45°C a rozdílem moučka-šrot. Uvádějí pro praxi důležitá analytická kritéria: extrakt, barva, pH, zcukření, jiskrnost, RE při 45°C a friabilita.

V Brauweltu [6] byl zveřejněn příspěvek týkající se závad při filtraci piva. Tato otázka bývala posuzována původně pouze podle viskozity. Vyskytly se však případy, kdy i přes nízkou viskozitu sladiny i piva byly problémy s filtrací. V těchto případech se ukázala vhodná metoda friability, kdy hodnoty pod 70% ukazovaly na nedostatečné nebo nerovnoměrné rozluštění sladu. V článku je hodnocena friabilita jako jednoduchá metoda poskytující dobrý obraz o filtrovatelnosti piva.

Grömus, Bäcker a Bannas [7] při hodnocení kvality ozimých a jarních ječmenů použili rovněž jako jednu z metod stanovení friability. V práci se jim osvědčila jako vhodná pro posouzení kvality sladů. Rovněž Pählman [8] používal při hodnocení sladů z hlediska pivovarské výroby hodnoty friability. Vyjádřil přesvědčení, že jen křehké, homogenní slady dávají vysoké výtěžky extraktu, dobře stékají, mají vysoký stupeň prokvašení, snadno zkvašují a dávají dobrou kvalitu piva.

Kretschmer [9] podává zhodnocení friabilimetru po ročním používání v praxi. Stanovené hodnoty označuje jako exaktní, dobře reprodukovatelné a pro provoz přímo použitelné. Chybu metody stanovil na  $\pm 1-2\%$ .

Kritické připomínky k hodnocení homogenity friabilimetrem vznášejí Greif [10]. Říká, že hodnoty friability u jarních ječmenů leží vždy nad hodnotami sladů z ječmenů ozimých. Podle Chaponovy tabulky byly vesměs slady ozimé posouzeny hůře, avšak analytické hodnoty neležely tak výrazně pod hodnotami sladů z jarních ječmenů. Friabilimetr odírá sladová zrna děrovaným sítem, přičemž silná plucha zabírá rychle rozdrobení zrna. Slady nejsou tedy hodnoceny podle jejich technologické kvality, jsou trestány za silnou pluchu, kterou mají zvláště ječmeny ozimé. Tato metoda je použitelná, pokud rozsah hrubosti pluchy mezi zkoušenými slady nepřekročí hranici 3%.

## VLASTNÍ STANOVENÍ KŘEHKOSTI

### Princip stanovení:

Křehkost se stanoví na přístroji, který mechanicky oddělí tvrdé části zrna. Friabilimetr je v podstatě mlýnek, v němž jsou zrna tlačena pryžovým válečkem proti otáčivému sítu. Křehké části se rozdrtí a projdou, nedostatečně rozluštěná zrna zanechají tvrdý podíl v sítu a sklovitá zůstávají v sítu celá.

### Zařízení a pomůcky

- friabilimetr
- váha s přesností 0,01 g

### Pracovní postup [11]

50 g sladu naváženého s přesností na 10 mg se nasype do friabilimetru a přístroj se uvede do chodu. Po 8 min se přístroj automaticky zastaví. Nerozdrcený slad se vysepne a zváží.

### Výpočet

Křehkost v % =  $100 - 2 \times$  váha nerozdrceného obsahu  
Hodnocení kvality sladu podle friability (křehkosti):

- 81 — 100 % — velmi dobrá
- 71 — 80 % — dobrá
- 65 — 70 % — uspokojivá
- pod 65 % — neuspokojivá

Homogenita se hodnotí podle vzhledu nerozdrceného obsahu.

### Celosklovitá zrna

- do 1 % — velmi dobrá
- do 2 % — dobrá
- do 4 % — uspokojivá
- nad 4 % — neuspokojivá

Jsou-li nerozdrcené části špičky zrn, byl slad sice nedostatečně, ale jednotně rozluštěn a ječmen byl vyrovnaný jak klíčivostí, tak i tříděním. Jsou-li v nerozdrceném podílu špičky, poloviny zrn, celá zrna, byl slad buď špatně technologicky veden nebo ječmen byl nekvalitní (třídění, klíčivost, vysoký obsah bílkovin apod.) V naší práci byla stanovena reprodukovatelnost metody u sladu s hodnotou friability 72 %. Míra přesnosti odpovídala  $\pm 3,3\%$  [12]. Dále jsme porovnávali výsledky stanovení křehkosti friabilimetrem s výsledky vybarvovací metody podle Kringstadta [13], která se dosti běžně používá v provozních laboratořích. Princip metody záleží v tom, že rozluštěné části zrna se roztokem methylenové modři vybarví, zatímco sklovité části zůstanou nevybarvené. Při stanovení míry přesnosti této metodiky bylo zjištěno, že u moučných a polosklovitých zrn se pohybuje M' v hodnotách  $\pm 11,5\%$  a  $\pm 11,7\%$ , u sklovitých zrn  $\pm 4,6\%$ , přesnost je tedy podstatně nižší než u friabilimetru a tato metoda může sloužit pouze pro orientační zjištění.

### EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Byla stanovena friabilita asi u 60 různě rozluštěných sladů. Byly to slady z části exportní, hůře rozluštěné slady byly vybrány z výrobních vzorků a vzorků pokusných. U některých vzorků nebylo možno stanovit všechny ukazatele jakosti, např. u RE při 45 °C, ovšem toto kritérium je zastoupeno ve všech skupinách a lze je tedy hodnotit. V tabulce 1 jsou seřazeny slady podle klesající friability. Jsou rozděleny do čtyř skupin. Skupina 1 zahrnuje slady s friabilitou 100—81 %. Jsou to slady s vysokými kvalitativními znaky. Extraktivně jsou průměrné—rozsah 81,3—80,0 %, ovšem je nutno si uvědomit, že se jedná o slad sklizně 1980, která byla extraktivně slabší. Rovněž vysoké rozluštění u této skupiny mohlo být v některých případech na úkor extraktu.



Tabulka 1. Analytické znaky sladů seřazené podle klesajících hodnot friability

| Vzorek<br>č.        | Friabilita<br>[%] | Extrakt<br>[%] | Rozdíl<br>[m-š. %] | Kolbach.<br>číslo | Dia. moh.<br>[j. W. K.] | RE 45°<br>[%] | Konečný<br>stupeň<br>prokvaš. [%] |
|---------------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Skupina 1: 100—81 % |                   |                |                    |                   |                         |               |                                   |
| 1                   | 88,6              | 80,6           | 0,6                | 44,7              | 345                     | —             | 80,8                              |
| 2                   | 85,9              | 80,4           | 1,0                | 40,9              | 310                     | —             | 80,0                              |
| 3                   | 85,8              | 81,0           | 0,7                | 43,7              | 310                     | —             | 79,7                              |
| 4                   | 85,4              | 80,9           | 0,9                | 40,8              | 285                     | —             | 79,4                              |
| 5                   | 85,0              | 81,1           | 0,5                | 39,6              | 290                     | 41,6          | 80,8                              |
| 6                   | 85,0              | 81,1           | 1,0                | 44,1              | 250                     | —             | 78,7                              |
| 7                   | 83,9              | 80,0           | 0,9                | 39,2              | 315                     | 40,8          | 78,4                              |
| 8                   | 83,3              | 80,6           | 0,9                | 42,5              | 310                     | 40,9          | 78,0                              |
| 9                   | 82,6              | 80,8           | 1,0                | 39,8              | 315                     | —             | 79,8                              |
| 10                  | 82,2              | 81,3           | 1,0                | 45,6              | 310                     | —             | 78,0                              |
| 11                  | 82,1              | 80,7           | 1,4                | 38,0              | 245                     | 39,1          | 78,3                              |
| 12                  | 82,0              | 80,4           | 1,3                | 41,5              | 300                     | 39,9          | 77,7                              |
| 13                  | 81,9              | 80,9           | 1,5                | 39,9              | 270                     | 40,5          | 77,0                              |
| 14                  | 81,2              | 80,2           | 2,1                | 37,4              | 285                     | 40,9          | 77,7                              |
| Skupina 2: 80—71 %  |                   |                |                    |                   |                         |               |                                   |
| 1                   | 80,8              | 80,5           | 0,6                | 38,9              | 260                     | —             | 78,9                              |
| 2                   | 80,5              | 80,0           | 1,3                | 38,3              | 300                     | —             | 79,0                              |
| 3                   | 79,8              | 80,4           | 1,6                | 38,8              | 265                     | 39,4          | 75,2                              |
| 4                   | 79,7              | 80,0           | 0,9                | 37,2              | 290                     | 39,1          | 78,5                              |
| 5                   | 78,9              | 80,5           | 1,4                | 42,2              | 290                     | —             | 77,2                              |
| 6                   | 78,9              | 80,7           | 1,2                | 38,9              | 295                     | —             | 78,8                              |
| 7                   | 78,9              | 80,4           | 0,9                | 39,9              | 290                     | —             | 78,9                              |
| 8                   | 78,6              | 81,1           | 1,5                | 38,8              | 260                     | 38,9          | 79,3                              |
| 9                   | 78,5              | 81,7           | 1,3                | 39,8              | 305                     | —             | 78,4                              |
| 10                  | 78,2              | 80,6           | 1,2                | 37,8              | 230                     | —             | 79,1                              |
| 11                  | 77,9              | 80,9           | 1,6                | 38,3              | 290                     | —             | 79,5                              |
| 12                  | 77,8              | 80,0           | 1,4                | 38,6              | 265                     | 37,2          | 77,0                              |
| 13                  | 77,8              | 80,9           | 1,7                | 38,6              | 280                     | —             | 78,2                              |
| 14                  | 77,6              | 80,5           | 1,0                | 38,1              | 300                     | —             | 78,8                              |
| 15                  | 77,5              | 80,6           | 1,6                | 41,2              | 285                     | —             | 77,3                              |
| 16                  | 77,2              | 80,2           | 1,5                | 37,5              | 280                     | —             | 78,0                              |
| 17                  | 77,1              | 79,5           | 1,9                | 36,5              | 305                     | 36,9          | 80,4                              |
| 18                  | 77,0              | 80,1           | 1,4                | 37,3              | 230                     | —             | 77,5                              |
| 19                  | 76,4              | 80,1           | 1,8                | 38,7              | 225                     | 35,0          | 76,3                              |
| 20                  | 76,4              | 80,6           | 2,0                | 42,4              | 290                     | —             | 79,1                              |
| 21                  | 75,7              | 80,0           | 1,9                | 37,0              | 295                     | —             | 77,4                              |
| 22                  | 75,7              | 80,2           | 1,9                | 38,8              | 255                     | —             | 77,9                              |
| 23                  | 75,6              | 80,0           | 1,2                | 36,6              | 275                     | —             | 77,4                              |
| 24                  | 74,8              | 80,2           | 1,2                | 37,0              | 285                     | —             | 78,0                              |
| 25                  | 74,8              | 80,4           | 1,7                | 37,5              | 325                     | —             | 77,8                              |
| 26                  | 74,3              | 80,4           | 1,2                | 34,1              | 255                     | —             | 78,3                              |
| 27                  | 74,2              | 80,5           | 1,9                | 34,2              | 245                     | 32,3          | 78,1                              |
| 28                  | 74,2              | 80,1           | 1,0                | 37,9              | 275                     | —             | 77,9                              |
| 29                  | 73,9              | 80,6           | 1,8                | 40,6              | 330                     | —             | 77,5                              |
| 30                  | 73,4              | 80,8           | 2,1                | 37,0              | 260                     | —             | 78,9                              |
| 31                  | 72,5              | 80,0           | 1,6                | 36,3              | 245                     | —             | 77,8                              |
| 32                  | 72,3              | 79,4           | 1,4                | 34,7              | 260                     | 31,1          | 77,8                              |
| Skupina 3: 70—65 %  |                   |                |                    |                   |                         |               |                                   |
| L                   | 70,0              | 79,2           | 2,7                | 31,9              | 265                     | 28,7          | 74,6                              |
| 9                   | 69,8              | 80,8           | 2,7                | 38,3              | 290                     | 34,2          | 76,0                              |
| 9                   | 69,6              | 80,8           | 2,4                | 37,0              | 270                     | —             | 76,5                              |
| 9                   | 69,6              | 80,0           | 1,8                | 36,0              | 265                     | —             | 76,6                              |
| 8                   | 68,6              | 80,9           | 2,7                | 40,2              | 285                     | 34,0          | 77,5                              |
| Z                   | 66,7              | 80,1           | 1,2                | 35,4              | 210                     | 32,5          | 77,3                              |
| T                   | 65,7              | 80,6           | 2,6                | 38,1              | 285                     | 33,7          | 75,8                              |
| Skupina 4: pod 65 % |                   |                |                    |                   |                         |               |                                   |
| 1                   | 64,6              | 79,0           | 2,4                | 32,9              | 280                     | 31,8          | 77,9                              |
| 2                   | 62,7              | 78,7           | 2,8                | 37,0              | 370                     | 33,9          | 77,0                              |
| 3                   | 60,2              | 79,3           | 3,3                | 37,2              | 350                     | 32,0          | 75,1                              |
| 4                   | 56,1              | 78,6           | 4,3                | 31,6              | 275                     | 29,1          | 75,5                              |
| 5                   | 55,4              | 78,7           | 4,4                | 36,8              | 310                     | 30,1          | 73,5                              |
| 6                   | 41,5              | 78,1           | 9,1                | 30,8              | 240                     | 27,1          | 71,1                              |

Rozdíl moučka-šrot EBC se pohybuje u značného počtu vzorků pod 1 %, což ukazuje na vysoké cytolytické rozluštění. V souladu s touto hodnotou je i RE při 45 °C, který ve všech vzorcích přesahuje hranici 36 %. Obdobně je tomu i u Kolbachova čísla. Hodnota konečného stupně prokvašení je rovněž u většiny vzorků nad požadovaným limitem 78 %.

Skupina 2 s friabilitou 80—71 % zahrnuje největší počet vzorků 32 a odpovídá průměrné jakosti vyráběných sladů. V běžných znacích se neliší příliš od skupiny předchozí. Rozdíl je však u speciálních znaků, např. u Kolbachova čísla a RE při 45 °C, i když tyto v průměru dosahují předepsaných hodnot. Srovnáme-li počáteční a konečnou hodnotu Kolbachova čísla v tabulce — 38,9 až 34,7 a hodnotu RE při 45 °C — 39,4 až 31,1 %, vidíme zřejmou závislost těchto kritérií na křehkosti stanovené friabilimetrem. Od friability 77,2 (vz. č. 16) se Kolbachovo číslo dostává pod limitní hodnotu 38, kterou jen výjimečně překračuje. Rozdíl moučka-šrot EBC je velmi dobrý, výjimečně překračuje hodnotu 1,8 %, neukazuje tak vysoké cytolytické odbourání jako ve skupině 1 a jen ojediněle klesá pod 1 %. Konečný stupeň prokvašení se pohybuje kolem 78 %, tuto hodnotu výrazně nepřekračuje a rovněž pokles pod 77 % je ojedinělý.

Skupina 3 s friabilitou 70—65 % má slady se zřetelně nižší kvalitou, především ve speciálních kritériích. Je zajímavé, že v extraktu i v hodnotě diastatické mohutnosti není ještě patrný u této skupiny výrazný pokles kvality. Hodnoty rozdílu moučka-šrot EBC jsou vysoké a RE při 45 °C a Kolbachovo číslo mají hodnoty pod

Tabulka 2. Průměrné hodnoty ukazatelů jakosti u jednotlivých skupin friability

| Skupina | Friabilita<br>[%] | Extrakt<br>[%] | Rozdíl<br>[m-š. %] | Kolbach.<br>číslo | Dia. moh.<br>[j. W. K.] | RE 45°<br>[%] | Konečný<br>stupeň pro-<br>kvaš. [%] |
|---------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------------|
| 1 Ø     | 83,9              | 80,6           | 1,1                | 41,3              | 295                     | 40,4          | 78,9                                |
| max.    | 88,6              | 81,3           | 0,5                | 45,6              | 345                     | 41,6          | 80,8                                |
| min.    | 81,2              | 80,8           | 2,1                | 37,4              | 245                     | 39,1          | 77,0                                |
| 2 Ø     | 76,8              | 80,4           | 1,5                | 38,1              | 270                     | 36,2          | 78,1                                |
| max.    | 80,8              | 81,7           | 0,6                | 42,4              | 330                     | 39,4          | 80,4                                |
| min.    | 72,3              | 79,4           | 2,1                | 34,1              | 225                     | 31,1          | 75,2                                |
| 3 Ø     | 68,6              | 80,3           | 2,3                | 36,7              | 270                     | 32,6          | 76,3                                |
| max.    | 70,0              | 80,9           | 1,2                | 40,2              | 290                     | 34,2          | 77,5                                |
| min.    | 65,7              | 79,2           | 1,2                | 31,9              | 210                     | 28,7          | 74,5                                |
| 4 Ø     | 56,8              | 78,7           | 4,4                | 34,4              | 303                     | 30,7          | 75,0                                |
| max.    | 64,6              | 79,3           | 2,4                | 37,2              | 370                     | 33,9          | 77,9                                |
| min.    | 41,5              | 78,1           | 9,1                | 30,8              | 240                     | 27,1          | 71,1                                |

Tabulka 3. Koefficient korelace vybraných analytických kritérií vzhledem k friabilitě

| Stanovení                   | Počet<br>vzorků | Kritický<br>koefi-<br>cient | Pravdě-<br>podob-<br>nost | Korelační<br>koeficient |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| rozdíl m-š EBC              | 59              | 0,3248                      | 0,01                      | — 0,7562++              |
| Kolbach. číslo              | 59              | 0,3248                      | 0,01                      | + 0,7350++              |
| RE při 45 °C                | 26              | 0,4869                      | 0,01                      | + 0,8796++              |
| koneč. stupeň<br>prokvašení | 59              | 0,3248                      | 0,01                      | + 0,6592++              |
| viskozita                   | 80              | 0,2830                      | 0,01                      | — 0,8429++              |



požadovaným limitem. U RE při 45 °C je tento pokles výraznější než u Kolbachova čísla, které u několika vzorků dosahuje hodnoty 38. Výrazný pokles je i u konečného stupně prokvašení.

Skupina 4 s friabilitou pod 65 % zahrnuje slady špatné jakosti. To dokazují i všechna ostatní kritéria jakosti kromě diastatické mohutnosti. Nejvýraznější pokles v jakosti je u rozdílu moučka-šrot EBC. Slad č. 6 s friabilitou 41,5 % vykazuje prakticky všechny minimální hodnoty této skupiny. Hodnoty všech znaků jakosti jsou hluboko pod požadovanou jakostí i pro běžné pivovarské slady.

Tabulka 2 zahrnuje průměrné maximální i minimální hodnoty sledovaných kritérií jakosti jednotlivých skupin rozdělených podle friability. Kromě diastatické mohutnosti mají, zvláště u skupiny 4, všechna analytická kritéria zhoršenou hodnotu. I když pokles extraktu je výrazný teprve u této skupiny, je již v předcházejících skupinách zřetelná tendence jeho poklesu. U rozdílu hodnot moučka-šrot je zhoršení patrné již ve skupině 3. Kolbachovo číslo a RE při 45 °C mají prakticky silný pokles v průměrných hodnotách od skupiny ke skupině. První dvě skupiny však zachovávají v průměru požadovanou výšku kvalitativních ukazatelů. Obdobně je tomu i u konečného stupně prokvašení.

Literatura uvádí vysokou závislost hodnot friability na viskozitě kongresní sladiny [5]. Viskozita sladiny ukazuje na stupeň rozluštění sladu. Zároveň je možno z hodnot viskozity usuzovat na dobu scezování ve varně. Existuje také korelace mezi viskozitou a pěnivostí piva. U série 80 vzorků sladu byla matematicky vypočtena závislost těchto dvou kritérií, a to jednak podle jednotlivých sladoven, kde jsme předpokládali ječmeny, ze stejné nasávací oblasti, jednak u celého souboru vzorků.

Bylo zjištěno, že v rámci jednotlivých sladoven existuje průkazná až vysoce průkazná negativní závislost mezi hodnotami viskozity a friabilitou. Je zajímavé, že u exportních sladoven se projevila vysoce průkazná závislost, u jiných sladoven závislost pouze průkazná. Tento fakt je možno vysvětlit jednodušším ječmenem používaným pro výrobu sladu v exportních sladovnách.

Při hodnocení celého souboru vzorků byla zjištěna vysoce průkazná negativní korelace mezi hodnotami friability a viskozity s korelačním koeficientem  $P = -0,8429$  (kritické hodnoty pro  $p = 0,05$  0,2172, pro  $p = 0,01$  0,2830).

Byla vypočtena závislost friability i na ostatních speciálních analytických znacích sladu, které zachycují jeho cytolytické i proteolytické rozluštění. Tabulka 3 uvádí koeficient korelace vybraných analytických kritérií vzhledem k friabilitě.

Vzhledem k tomu, že tato důležitá kritéria jsou ve vysoce průkazné závislosti na friabilitě, může být friabilita velmi dobrým ukazatelem pro kvalitu sladu, popř. může nahradit, alespoň v provozu, stanovení speciálních analytických hodnot.

## Literatura

- [1] CHAPON, L.: Brauerei Rundschau 91, 1980, 2, 26—27
- [2] Autor neuveden: Friabilimeter nach CHAPON. Brauindustrie, 1980, s. 1633—1635
- [3] KIENINGER, H.: Tageszeitung f. Br. 77, 1980, 37, 141
- [4] KIENINGER, H.: Brauwiss. 33, 1980, 5, 119—123
- [5] CHAPON, L., ERBER, H. L., KRETSCHMER, K. F.: Brauwiss. 33, 1980, 1, 1—11

- [6] Autor neuveden: Brauwelt 121, 1981, 19, 675—76
- [7] GROMUS, J., BÄCKER, M., BANNAS, M.: Brauwelt 120, 1980, 29, 1074
- [8] PÖHLMANN, R.: Brauwiss. 33, 1980, 5, 130—131
- [9] KRETSCHMER, H.: Brauerei Rundschau 91, 1980, 2, 26—27
- [10] GREIF, P.: Tageszeitung f. Br. 77, 1980, 25, 93
- [11] Návod k použití přístroje — firma Pfeuffer
- [12] NENTWICHOVÁ, M., DOLEŽALOVÁ, A.: Závěr. zprávy plán. výzk. úkolu ev. č. 7b/2 — VÚPS Brno 1981
- [13] KRINGSTADT, H.: EBC Proc. Congr. Interlaken, 1969, 181—138

**Nentwichev, M., — Doležalová, A.: Nové metody kontroly sladu. Stanovení křehkosti a homogenity sladu friabilimetrem.** Kvas. prům., 30, 1984, č. 3, s. 49—52.

Nově zavedené kritérium na stanovení křehkosti sladu — friabilita — splňuje požadavky na rychlou a informativní analýzu, která stanoví stupeň rozluštění sladu. Metodika je pro svoji jednoduchost vhodná pro provozní podmínky. Hodnoty friability jsou vysoce průkazné v závislostech s rozdílem moučka-šrot EBC, Kolbachovým číslem, RE při 45 °C, konečným stupněm prokvašení a viskozitou.

**Нентвихова, М., Долежалова, А.: Новые методы контроля солода. Определение хрупкости и однородности солода при помощи фриабилметра.** Квас. прум. 30, 1984, № 3, стр. 49—52.

Новый внедренный критерий для определения хрупкости солода — фриабильность — выполняет требования к быстрому и информационному анализу, который определяет степень растворения солода. Методика благодаря своей простоте подходит для эксплуатационных целей. Величины фриабильности высоко доказательны в зависимостях с разницей солодовой мука-помол ЕВС, числом Колбаха, RE при 45 °C, окончательной степени сбраживания и вязкостью.

**Nentwichev, M. — Doležalová, A.: New Methods for Malt Checking. Determination of Friability and Homogeneity of Malt.** Kvas. prům. 30, 1984, № 3, p.49—52.

The new criterion for a determination of malt friability is suitable from the standpoint of the quick and informative results of the degree of malt modification. The method is suitable for a plant-scale checking due to its simplicity. The value of friability reflects changes in the flour — crush EBC, the Kolbach Number, RE 45 °C, final attenuation and viscosity.

**Nentwichev, M. — Doležalová, A.: Neue Methoden der Malzkontrolle. Bestimmung der Mürbigkeit und der Homogenität des Malzes mittels Friabilimeter.** Kvas. prům. 30, 1984, Nr. 3, S. 49—52.

Das neu eingeführte Kriterium für die Bestimmung der Mürbigkeit des Malzes — die Friabilität — erfüllt die Anforderungen an eine schnelle und informative Analyse, die den Grad der Malzauflösung ermittelt. Die Methodik ist durch ihre Einfachheit für die Betriebsbedingungen gut geeignet. Die Friabilitätswerte haben eine hohe Beweiskraftigkeit im Zusammenhang mit den Kriterien: Mehl-Schrot-Differenz nach EBC, Kolbachzahl, RE bei 45 °C, Endvergärungsgrad und Viskosität.