

## Předpověď extraktu sladu z rozboru ječmene

LUDVÍK DOHNAL, Olomouc

663.43

Problém výpočtu očekávaného pravděpodobného extraktu sladu podle určitých vlastností sladovnického ječmene není dosud uspokojivě vyřešen a stále jsou hledány spolehlivější způsoby a vhodnější výpočtové vzorce. Že tomuto problému je přikládána určitá praktická důležitost, vysvětluje z toho, že i E. B. C. [1] stanovila pro výpočet očekávaného extraktu sladu u ječmenů získávaných ze srovnávacích mezinárodních pokusů s odrůdami sladovnického ječmene, a také pro obecné použití na základě Stockholmské dohody, vzorec:

$$E = 84,5 - 0,75 P + 0,10 G,$$

ve kterém se  $E$  rovná hodnotě předpokládaného extraktu sladu,  $P$  hodnotě bílkovin v sušině příslušného vzorku ječmene a  $G$  absolutní váze 1000 zrn ječmene rovněž v sušině. Hodnota 84,5 je empiricky zjištěná konstanta pro dvouřadé jarní ječmeny západoevropského a severoevropského původu. Oproti původnímu vzorci upravenému pro evropské poměry, který sestavil L. R. Bishop [2],

$$E = 83,0 - 0,85 P + 0,15 G,$$

jeví se rozdíl v hodnotě konstanty a koeficientů přepočtu váhy 1000 zrn a bílkovin.

Také u československého vzorce pro výpočet extraktu sladu z hodnot rozboru ječmene, jak jej sestavili Karabec a Novotný [3], jsou jen malé rozdíly oproti vzorci L. Bishopa

$$E = 83,6 - 0,85 P + 0,15 G.$$

Podle něho byly naše domácí výpočty u odrůd našich sladovnických ječmenů delšího a středního zrna jen velmi málo odlišné od skutečně dosažovaných hodnot extraktu sladu. Jen u ječmenů krátkozrnných odrůd typu Kneiflova bývaly výpočty extraktu sladu o 0,5 až 1,5 % nižší než ve skutečnosti.

Vzorci L. R. Bishopa, tím i všem z něho odvozeným vzorcům bylo vytýkáno, že poskytuje méně spolehlivé hodnoty pro ječmeny evropského kontinentu. Hlavně F. Kutter [4] z hlediska matematického namítal, že Bishop používá pro výpočetní manipulaci nesourodých početních hodnot. Nicméně mnoho dalších autorů se pokusilo o úpravu původního vzorce L. R. Bishopa pro ječmeny určitých oblastí i typů ječmene a odrůd a někteří z nich brali dokonce zřetel i na technologický postup při sladování příslušného ječmene a ročníku. Jsou známy ještě další vzorce výpočtu extraktu sladu z rozboru ječmene. Tak pro rakouské ječmeny určil vzorec Szilvinyi [5], pro ječmeny německé nejprve P. Kolbach [6] a později Mändl, Göpp, Ulonska, Bausch a jiní, pro ječmeny NDR pak Piratzky a Fiedler [7], pro ječmeny belgické DeClerck, v USA a Kanadě více autorů. Všechny tyto vzorce vycházejí z původního vzorce L. R. Bishopa, později L. Hinda a L. R. Bishopa.

Je pravděpodobným, že Bishop přihlédl při stanovení konstanty k vlivům, které působí na

výši extraktu. Jsou to rozpustné glycidy a jiné, do extraktu sladu přecházející látky, které ovlivňují výši extraktu. Jistě také vzal v úvahu i škrob a jiné nerozpustné glycidy a dusíkaté látky. Svědčí o tom značný počet prací různých autorů, kteří se tomuto problému věnovali a jež jsou uvedeny v přehledu literatury.

Jiní autoři, kteří se zabývali sestavením vzorce pro výpočet extraktu sladu z hodnot ječmene, přibírali jednak do vzorce i jiné hodnoty jako podíl pluch zrna, jednak vylučovali ze vzorce hodnoty, které podle jejich mínění méně ovlivňují konečný výpočet extraktu. Tak K. Schuster [8] sestavil vzorec odchylný od Bishopa

$$E = 100 - 1,1 P - 0,6 B \text{ plus/minus } K,$$

v němž  $E$  značí předpokládanou hodnotu pro extrakt sladu, 100 konstantu základní hodnoty.  $P$  podíl pluch ječmene v sušině,  $B$  obsah bílkovin zrna v sušině a  $K$  je konstanta vypočtená z výsledků, získaných hlavně sesladováním v mikroskopických větších množstvích vzorků ječmene.

U nás řešil problém sestavení vhodného vzorce pro výpočet extraktu sladu z hodnot ječmene V. Karel [9] ve Výzkumném ústavě pivovarském a sladařském v Praze. Sestavil vzorec, popř. více vzorců, lišících se navzájem kladnou nebo negativní hodnotou  $d$ , stanovenou pro různé způsoby sladování:

$$E = 73,54 - 0,62 P + 0,190 Z - 0,48 B \pm d,$$

v němž  $E$  značí předpokládaný extrakt sladu, 73,54 konstantu,  $P$  podíl pluch ječmene v sušině v %,  $Z$  váhu 1000 zrn v sušině a  $d$  kladnou nebo zápornou konstantu zjištěnou podle způsobu sladování a sladovacích podmínek té které sladovny. Karel má na rozdíl od Schustera ve vzorci přímé hodnocení absolutní váhy 1000 zrn, kromě hodnoty pluch a bílkovin, čímž se stává vzorec složitějším oproti vzorcům Bishopa, Karabce a Novotného, E. B. C., i všech ostatních vzorců, vzniklých úpravou vzorce Bishop-Hindova. Vyžaduje se tedy pro Karlov vzorec zjištění podílu pluch jako u vzorce Schustera a v obou případech ještě stanovení empirické hodnoty, závislé na technologickém postupu a způsobu sladování v určitých místních poměrech, jakožto konstanty vyrovnávací v kladném nebo záporném směru. Naproti tomu je nutno přiznat, že takto vypočtené výsledky očekávaného obsahu extraktu sladu vykazují větší pravděpodobnost než jak je tomu u výsledků podle jiných vzorců a zjištěné rozdíly se skutečným extraktem sladu jsou poměrně ze všech výpočtových postupů nejnižší.

Nelze přejít skutečnost, že i L. R. Bishop hledal možnosti zpřesnění svého vzorce tím, že přejal do vzorce i hodnocení jiných faktorů, které ovlivňují výši extraktu sladu. Když svého času zjistil, že mezi extraktem a obsahem dusíkatých látek v ječmeni je silně negativní korelace a mezi ex-



traktem a absolutní váhou zrna, tedy váhou 1000 zrn, je korelace pozitivní při konstantním obsahu dusíku, využil bohatého statistického číselného materiálu a statistickými metodami sestavil další vzorec pro výpočet extraktu sladu z hodnot ječmene. Do tohoto vzorce zavedl *L. R. Bishop* [10] a *L. R. Bishop* a *F. E. Day* [11], namísto neměnné konstanty odrůdovou konstantu v určitém rozpětí. Tento vzorec se však v praxi neosvědčil pro hodnocení ječmene při šlechtění a proto *L. R. Bishop* a *D. Marx* [12] znovu upravili vzorec tak, aby vyhovoval požadavkům šlechtitelů a namísto hodnoty pro absolutní váhu zrna vzali do rovnice hodnotu pro nerozpustný zbytek uhlohydrátů [IR], skládající se převážně z celulózy pluch a buněčných blan zrna, zvaný také celulózový faktor. Ani v tomto případě nebylo přihlédnuto přímo k obsahu v soli rozpustných dusíkatých látek zrna, které se pravděpodobně objevují v extraktu. Nebyl také vzat zřetel na diastatickou mohutnost, která stejně jako dusíkaté látky jsou vlastností odrůdovou, ovlivněnou také i ročníkem.

Z uvedeného přehledu metod předurčení extraktu sladu z ječmene je zřejmé, že pro praxi ve sladovnictví jsou tyto vzorce již značně komplikované a že je nutno zjišťovat potřebné hodnoty složitějšími analytickými metodami, ať už jde o hodnoty ječmene, nebo o hodnoty bílkovinných frakcí a enzymatické mohutnosti zrna. Původní vzorec s obsahem bílkovin a s váhou 1000 zrn ječmene na podkladě sušiny, spočíval na jedné hodnotě zjištěné chemickou cestou (bílkoviny) a jedné hodnotě zjišťované mechanickou cestou (absolutní váha 1000 zrn ječmene v sušině). Také u vzorců *K. Schustera* a *V. Karla* se zjišťováním podílu pluch stal postup složitější, i když v poslední době byly pro určení podílu pluch zrna vyvinuty nové rychlé a spolehlivé metody.

Celý postup výpočtu hodnot extraktu sladu z dat příslušných ječmenů dal by se značně zjednodušit pořizováním vhodných tabulek, jak se o jejich sestavení pokusil *R. Heuss* již v roce 1952 [13]. Ale i tak zůstává postup složitým. Poněvadž pro naše dnešní poměry vyhovuje dosud vzorec, jak jej navrhli *Karabec* a *Novotný*, byl autorem sestaven nomogram, jenž umožňuje přímé určení hodnot pro extrakt sladu bez dalšího počítání, a to podle hodnot obsahu bílkovin v sušině a absolutní váhy (1000 zrn) v sušině ječmene. Nomogram jistě poslouží široké praxi v průmyslu i při výpočtu extraktu pro bonitaci jak při soutěžích ječmene, tak i při posouzení šlechtitelského materiálu. (Nomogram je otištěn na III. stránce obálky tohoto čísla.)

V tabulce 1 a 2 jsou uvedeny porovnání výsledků zjištěných jednak analýzou vzorků ječmene (sloupce 1 až 7), jednak výpočtem extraktu sladu podle vzorců *E. B. C.* (sloupec 8), *Karabce* a *Novotného* (sloupec 9) podle nomogramu (sloupec 10) a podle *Schustera* (sloupec 11). Nejsou uvedeny výsledky podle *Karlova* vzorce, protože tento vzorec je speciální pro určitý způsob a podmínky sladovací a nedá se ho všeobecně použít pro různé způsoby sladování.

Z tabulek je patrné, že u krátkozrnných ječmenů (vzorky čísla 1, 2, 3 a 11 v tabulce 1 a vzorky čísla 14 a 16 v tabulce 2) jsou hodnoty skutečného extraktu sladu průměrně vyšší, než jak ukazují výpočty extraktu sladu podle vzorců.

Z tabulek vyplývá, že pro srovnání výsledků bylo použito ječmenů vykazujících převážně vysoký obsah škrobu, nízký podíl pluch, příznivý obsah bílkovin a jak ukazují rozborů sladů, bylo dosaženo i vysokých hodnot extraktů sladů. Také zahraniční ječmeny, uvedené na konci tabulky 2

Ječmeny z moravských krajů

Tabulka 1

| Vzorek<br>čís. | V á h a<br>v s u š i n ě |          | B í l k o v i n y<br>v s u š i n ě |       | Pluchy<br>% | Extrakt<br>sladu<br>% | Extrakt sladu vypočtený<br>podle vzorců |          |          |               |
|----------------|--------------------------|----------|------------------------------------|-------|-------------|-----------------------|---|----------|----------|---------------|
|                | hl                       | 1000 zrn | %                                  | %     |             |                       | %<br>Plato                              | %<br>EBC | %<br>K&N | %<br>Schuster |
| 1              | 2                        | 3        | 4                                  | 5     | 6           | 7                     | 8                                       | 9        | 10       | 11            |
| 1              | 73,00                    | 41,0     | 10,17                              | 63,82 | 7,42        | 82,7                  | 80,99                                   | 81,11    | 81,20    | 81,74         |
| 2              | 72,80                    | 41,6     | 9,25                               | 66,30 | 7,98        | 82,5                  | 81,72                                   | 81,98    | 81,95    | 81,76         |
| 3              | 72,15                    | 40,7     | 9,15                               | 65,55 | 7,88        | 83,2                  | 81,71                                   | 81,93    | 81,90    | 81,84         |
| 4              | 74,25                    | 42,4     | 9,37                               | 65,34 | 7,95        | 82,5                  | 81,81                                   | 82,00    | 82,00    | 81,63         |
| 5              | 72,80                    | 41,9     | 9,90                               | 63,82 | 7,40        | 82,2                  | 81,27                                   | 81,47    | 81,50    | 81,92         |
| 6              | 70,30                    | 43,9     | 8,45                               | 66,32 | 8,35        | 82,2                  | 81,91                                   | 83,10    | 83,00    | 81,75         |
| 7              | 74,25                    | 43,9     | 9,44                               | 62,95 | 8,08        | 80,0                  | 81,91                                   | 82,17    | 82,20    | 81,45         |
| 8              | 73,20                    | 42,20    | 9,18                               | 65,04 | 7,28        | 81,6                  | 81,83                                   | 82,13    | 82,15    | 82,84         |
| 9              | 72,15                    | 41,3     | 9,32                               | 64,83 | 7,35        | 82,3                  | 81,63                                   | 81,90    | 82,00    | 82,30         |
| 10             | 71,75                    | 43,1     | 9,31                               | 66,22 | 7,25        | 82,6                  | 81,83                                   | 82,16    | 82,20    | 82,43         |
| 11             | 72,80                    | 42,1     | 9,41                               | 64,97 | 7,00        | 82,8                  | 81,65                                   | 81,98    | 82,00    | 82,65         |
| 12             | 73,60                    | 45,6     | 9,77                               | 65,55 | 8,12        | 81,4                  | 82,22                                   | 82,14    | 82,20    | 81,21         |
| 13             |                          | 45,5     | 10,17                              | 65,05 | 8,00        | 81,6                  | 80,83                                   | 81,79    | 81,90    | 81,10         |

Ječmeny z českých krajů a cizí

Tabulka 2

|       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |       |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 14    | 72,95 | 42,0 | 11,32 | 62,44 | 8,67  | 81,6 | 80,21 | 80,28 | 80,30 | 79,67 |
| 15    | 72,95 | 43,4 | 11,15 | 61,85 | 8,60  | 80,5 | 80,48 | 80,81 | 80,70 | 80,80 |
| 16    | 70,50 | 41,8 | 10,84 | 63,31 | 8,65  | 81,1 | 80,55 | 80,66 | 80,70 | 80,00 |
| 17    | 72,60 | 43,6 | 11,51 | 62,07 | 9,38  | 81,1 | 80,38 | 80,38 | 80,40 | 79,00 |
| 18    | 72,35 | 41,5 | 11,86 | 63,29 | 9,20  | 81,3 | 79,75 | 79,65 | 79,60 | 78,76 |
| 19    | 70,90 | 42,7 | 11,58 | 61,22 | 9,08  | 80,6 | 80,07 | 80,10 | 80,20 | 79,06 |
| 20    | 71,55 | 39,4 | 12,02 | 62,43 | 8,62  | 80,6 | 79,42 | 79,20 | 79,20 | 79,30 |
| 21    | 70,90 | 44,9 | 11,74 | 62,79 | 10,32 | 81,4 | 80,19 | 80,36 | 80,40 | 77,60 |
| 22    | 69,25 | 40,0 | 11,09 | 63,00 | 8,58  | 81,0 | 80,19 | 80,17 | 80,20 | 79,91 |
| 23    | 70,90 | 42,6 | 11,12 | 61,71 | 8,95  | 80,8 | 80,42 | 80,44 | 80,50 | 79,49 |
| 24    | 70,50 | 43,6 | 10,99 | 63,09 | 9,27  | 80,6 | 80,62 | 80,80 | 80,90 | 79,21 |
| HAISA | 75,50 | 41,7 | 9,07  | 63,60 | 7,10  | 81,7 | 81,67 | 80,15 | 80,20 | 82,75 |
| KENIA | 73,85 | 41,6 | 8,76  | 63,96 | 9,02  | 81,9 | 82,09 | 82,17 | 82,20 | 82,75 |
| EARL  | 73,85 | 45,4 | 8,32  | 61,98 | 8,38  | 81,5 | 82,80 | 83,34 | 83,50 | 81,69 |



jako Heineho Haisa, Abed Kenia a anglický Earl se umístili velmi příznivě, hlavně v množství extraktu, zjištěném jak výpočtem podle vzorců, tak i skutečným obsahem extraktu podle rozboru příslušného sladu.

O rychlé zjištění hodnot extraktu ve sladu na základě pěti různých vzorců se již dříve pokusil K. Fuss — a zkonstruoval pro ně příslušné nomogramy [14], které urychlují značně zjištění výsledků. Současně velmi výrazně posoudil výhody a nevýhody jednotlivých vzorců a ukázal na ty, které mají výsledky nejvíce se blížící hodnotám skutečným. Jak prokázal Karel, zpřesnění výpočtu extraktu lze dosáhnout jen tehdy, přihlédne-li se ke způsobu jakým bude ječmen sesladován a v jakém prostředí, použije-li se vyrovnávací konstanty ve vzorci, dané specifickými podmínkami výroby v té které sladovně. Karlův vzorec byl vyzkoušen ve 30 výrobních sladovacích provozech a podle něj vypočítaný pravděpodobný extrakt se ve 73,3 % případů lišil od skutečného extraktu sladu jen rozdílem v rozmezí od 0,0 % do 0,4 % extraktu v sušině a jen u zbytku 26,2 % vzorků dosáhl nejvyššího rozdílu 0,7 % extraktu v sušině, což je jistě výsledek úspěšný.

### Literatura

- [1] European Brewery Convention, Stockholmská dohoda E. B. C. 1953.
- [2] Bishop L. R.: Journal of the Institute of Brewing, **36**, 421 (1930).
- [3] Bishop L. R.: Journal of the Institute of Brewing, **60**, 130—132 (1954).
- [4] Bishop L. R.: Journal of the Institute of Brewing, **54**, 330—331 (1948).
- [5] Novotný Z., Karabec F.: Kvas 1935—1938.
- [6] Novotný Z.: Kvasný průmysl, **3**, 6. (1957).
- [7] Kutter F.: Schweizerische Brauerei Rundschau 1949.
- [8] Szilvinyi A.: Mitteilungen des Instituts für Gärungswissenschaft, **21** (1949).
- [9] Kolbach P.: Wochenschrift für Brauerei, **242** (1932).
- [10] Piratzky W., Fiedler O.: Zeitschrift für Genussmittel-Industrie **5**, 233—236 (1956).
- [11] Schuster K.: Proceedings of European Brewery Convention 1955.
- [12] Karel V.: Závěrečná zpráva výzkumného úkolu VÚPS, Praha 1955—1957.
- [13] Bishop L. R.: Journal of the Institute of Brewing **54**, 330—331 (1948).
- [14] Bishop L. R., Day F. E.: Journal of the Institute of Brewing **39**, 545—551 (1933).
- [15] Bishop L. R., Marx D.: Journal of the Institute of Brewing **40**, 62—74 (1934).
- [16] Heuss R.: Brauwelt a Brauerei 1952, Brauwissenschaft **10**, 13, 2 (1953).
- [17] Fuss K.: Wochenschrift für Brauerei **9**, 30, 1 (1953).
- [18] Meredith W. O. S.: Cereal chemistry **24**, 225—227 (1947).
- [19] Meredith W. O. S.: Sci. Agric. **23**, 355—361 (1942).
- [20] Bendelow V. M., Meredith W. O. S.: Canad. Journ. Agric. Sci., **35**, 252—258 (1955).
- [21] Meredith W. O. S., Anderson J. A.: Canad. Journ. Agric. Sci., **C-16**, 497—509 (1938).
- [22] Paukner E. u. Rubenow W.: Brauwelt **38**, 879 (1952).
- [23] Ruppert A.: Brauwelt **38**, 713, 801 (1952).
- [24] Schild E., Kolbach P.: Brauerei **38**, 181 (1952).
- [25] Schild E.: Brauwelt **94**, 181—183 (1954).
- [26] Kleber W.: Brauwelt **94**, 378 (1954).
- [27] Harris R. H., Banasik O. J.: Brewers Digest **8**, 47—50 (1953).

Došlo do redakce 7. 12. 1961.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ СОЛОДА ПО АНАЛИЗУ ЯЧМЕНЯ

Автор рассматривает возможность определения правдоподобных результатов экстрагирования солода на основании анализа ячменя и сравнивает относительную надежность найденных более часто применяемых формул предложенных разными авторами. Из заключений автора видно, что только при условии внедрения более подробных и точных аналитических методов, учитывающих также технологию обработки ячменя, можно было бы уточнить предварительное определение результатов экстрагирования. Пользуясь формулой выведенной Новотным и Карабцем автор предлагает номограмму дающую ориентировочные сведения и отвечающую специфике чехословацких сортов ячменя.

### EXTRAKTVORAUSGABE AUFGRUND DER GERSTENANALYSE

Der Autor befasst sich mit dem Problem der Berechnung des wahrscheinlichen Malzextraktes nach den Gersteneigenschaften und vergleicht kritisch die bekanntesten Formeln hiesiger und ausländischer Autoren. Es wird festgestellt, dass für eine exaktere Malzextrakt-Vorausage die Analyse der ursprünglichen Gerste erweitert und auch die Art der Verarbeitung in Betracht genommen werden muss. Für schnelle Orientierung und Berechnung wird ein Nomogramm nach der Formel von Karabec und Novotný vorgeschlagen, welche am besten den tschechoslowakischen Gerstensorten entspricht.

### CALCULATING THE RESULTS OF MALT EXTRACTION FROM BARLEY ANALYSIS

The article deals with various methods of calculating the results of malt extraction from analysis of barley. Various formulae suggested in Czechoslovakia and abroad are critically compared. To put forecasting on a more reliable basis it is necessary to introduce more accurate analytic methods and take into account various modifications of barley treatment technology. The author has elaborated a simple nomograph based upon the Karabec-Novotný formulae, which allows rough calculation and is adapted to typical Czechoslovak barley varieties.