

Táblázatok

az alkoholtartalomnak a 10 C°-tól 40 C°-ig terjedő hőmérséklet-intervallumban mért fajsúlyból való kiszámítására

BARCSAY JÓZSEF

Szeszipari Országos Vállalat Központi Laboratóriuma, Budapest

Érkezett: 1964. szeptember 18.

A szeszesitalok vizsgálata alkalmával az alkoholtartalomnak a fajsúly alapján való meghatározásánál a laboratóriumokban a *Windisch*- vagy *Grossfeld*-féle táblázatok használatosak.

A *Windisch*-féle táblázat még 1893-ban jelent meg, (1) a *Grossfeld* félélt *Torbágyi-Novák* közli (2). Az előbbi táblázat 14 C°-ra, az utóbbi 20 C°/4 C°-ra vonatkozó sűrűségi adatokat ismertet.

Mindkét táblázatnak lineáris interpolációval készült bővített változatai vannak forgalomban, amelyek a fajsúly negyedik tizedesének egységnyi változásai szerint átlag 0,06 térfogat %-onként közlik az összetartozó adatokat. Minden egyes fajsúlynál megtalálható az alkoholtartalom súly- és térfogat %-ban. A térfogat % a *Grossfeld* féle táblázatnál is 15 C°-ra vonatkozik, vagyis nem azt mondja meg, hogy a 20 C° hőmérsékletű alkohol – víz elegy hány liter 20 C° hőmérsékletű vízmentes alkoholt tartalmaz, hanem azt, hogy a 15 C° hőmérsékletű elegy hány liter 15 C°-os vízmentes alkoholt. A „térfogat” %-os értékek tehát éppen úgy függetlenek a hőmérséklettől, mint a súly-%-ban megadottak.

A két táblázat súly- és térf. %-os adatai között néhány század százaléknyi eltérés mutatkozik, ami valószínűleg az interpolációs számításokból származó hiba.

A táblázatok csak akkor használhatók, ha a fajsúlyt pontosan 15, illetve 20 C°-n határoztuk meg. Minden más esetben a táblázatok csak a látszólagos alkoholtartalmat adják, amelyet a pénzügyőrségi táblázattal (3) át lehet ugyan számítani a valódi alkoholtartalomra, de az így nyert adatok pontosságára csak két tized %-nyi, ami sok esetben nem elegendő.

Szabványügyi tárgyalások alkalmával merült fel a kívánság olyan táblázat közlésére, amelynek segítségével bármilyen szobahőmérsékleten mért alkohol – víz elegy fajsúlyából a pontos alkohol tartalmat ki lehessen számítani.

Az International critical tabelles of numerical data III.-ik kötetében megtalálható alkohol táblázat 10 C° és 40 C° intervallumban 5 C°-onként közli minden egész súly %-os elegy fajsúlyát.

Mivel Magyarországon a térfogat % használatos a táblázat adatait a könnyen levezethető

$$\text{térfogat } \% = \frac{\text{súly } \% \cdot f_s}{0,7936} \text{ és}$$

$$\text{súly } \% = \frac{\text{térfogat } \% \cdot 0,7936}{f_s}$$

formulák segítségével és lineáris interpolációval térfogat %-okra számítottuk át. A formulákban f_s minden esetben a 15 C° hőmérsékletű elegy fajsúlyát jelenti. 0,7936 a vízmentes 15 C° hőmérsékletű alkohol fajsúlya.

Alkoholtáblázat*

a 15 C°-on 1 – 100 térfogat % alkoholt tartalmazó vizes oldatok fajsúlya az alábbi hőfokokon:
0, $d = t^3/4^{\circ}$

Térf. %	Súly %	10 C°	15 C°	20 C°	25 C°	30 C°	35 C°	40 C°
0	0,000	99 973	99 913	99 823	99 708	99 568	99 406	99 225
1	0,795	823	763	674	558	418	256	073
2	1,593	676	616	527	411	269	107	98 922
3	2,393	533	472	383	266	123	98 959	774
4	3,196	393	332	241	123	98 980	814	628
5	4,000	258	195	103	98 984	839	672	485
6	4,807	129	063	98 970	849	703	534	345
7	5,615	004	98 937	841	718	570	399	207
8	6,425	98 884	814	715	590	439	266	071
9	7,237	768	695	592	463	300	133	97 935
10	8,051	653	577	471	338	181	001	800
11	8,866	542	461	351	213	052	97 868	663
12	9,683	434	348	233	090	97 924	736	528
13	10,502	330	237	117	97 970	799	606	393
14	11,322	228	129	003	851	675	477	260
15	12,144	128	023	97 891	733	552	349	127
16	12,968	030	97 918	779	616	429	221	96 994
17	13,792	97 935	816	670	501	308	095	862
18	14,619	842	715	563	387	188	96 969	731
19	15,446	752	617	457	274	069	844	599
20	16,276	662	519	352	161	96 950	718	468
21	17,107	571	420	246	047	828	590	234
22	17,940	480	320	137	96 931	706	461	199
23	18,775	388	218	027	814	581	330	060
24	19,612	295	116	96 916	694	454	196	95 921
25	20,451	201	012	803	574	326	061	780
26	21,292	105	96 907	689	452	197	95 925	637
27	22,135	008	801	573	328	066	786	493
28	22,981	96 909	691	455	202	95 932	646	346
29	23,829	807	580	336	074	796	504	198
30	24,680	704	467	214	95 944	659	360	048
31	25,533	598	351	089	811	519	214	94 894
32	26,390	487	231	95 960	675	376	064	738
33	27,250	371	107	828	534	228	94 910	578
34	28,113	252	95 979	692	391	078	753	417
35	28,980	128	847	551	245	94 926	594	252
36	29,850	95 999	710	407	093	768	431	084
37	30,725	865	569	259	94 939	608	266	93 914
38	31,603	728	423	107	781	444	097	740
39	32,486	586	274	94 951	620	278	93 926	564
40	33,372	439	121	793	455	108	751	385
41	34,263	289	94 964	630	287	93 934	573	203
42	35,158	134	803	464	116	759	393	018
43	36,058	94 976	639	295	93 941	579	219	92 831
44	36,962	812	471	121	763	398	024	642
45	37,871	644	298	93 944	582	212	92 835	449
46	38,786	471	120	762	396	023	642	254
47	39,705	295	93 940	577	208	92 832	447	056
48	40,629	114	756	389	017	636	250	91 855
49	41,560	93 930	568	198	92 822	438	048	651
50	42,495	741	375	003	623	237	91 843	444

* Az „International critical tabelles of numerical data, Vol. III.” kiadvány alapján, térf %-on átszámítva.

Térf. %	Súly %	10 C°	15 C°	20 C°	25 C°	30 C°	35 C°	40 C°
50	42,495	93 741	93 375	93 003	92 623	92 237	91 843	91 444
51	43,436	549	180	92 804	422	033	637	234
52	44,382	354	92 982	604	218	91 827	428	022
53	45,333	156	781	400	013	619	217	90 809
54	46,290	92 956	578	194	91 804	408	004	594
55	47,252	752	372	91 986	593	194	90 788	377
56	48,221	546	163	775	380	90 979	571	157
57	49,195	337	91 952	561	165	761	352	89 934
58	50,175	124	737	345	90 946	540	128	710
59	51,161	91 907	519	124	723	316	89 903	482
60	52,154	689	299	90 901	499	090	674	252
61	53,154	468	075	676	272	89 861	443	020
62	54,159	243	90 849	449	042	630	211	88 786
63	55,172	016	620	219	89 811	397	88 976	549
64	56,190	90 788	390	89 988	577	162	740	311
65	57,215	558	158	754	342	88 925	502	072
66	58,247	325	89 924	517	105	687	261	87 830
67	59,285	089	687	278	88 865	445	018	586
68	60,332	89 851	447	036	622	200	87 773	338
69	61,386	609	204	88 792	376	87 953	524	088
70	62,447	365	88 958	546	128	704	273	86 836
71	63,517	117	709	296	87 876	451	019	581
72	64,595	88 868	458	043	623	196	86 763	324
73	65,680	616	205	87 788	366	86 939	505	064
74	66,774	361	87 948	530	108	679	244	85 801
75	67,876	103	689	270	86 846	416	85 980	537
76	68,987	87 842	427	007	582	151	713	270
77	70,108	576	161	86 740	314	85 882	444	84 999
78	71,239	308	86 892	470	042	609	170	725
79	72,380	036	619	196	85 767	334	84 893	447
80	73 531	86 760	342	85 919	489	055	614	167
81	74,692	482	062	638	208	84 773	342	83 884
82	75,863	201	85 780	355	84 924	488	046	598
83	77,045	87 916	494	068	636	200	83 757	308
84	78,239	627	204	84 776	344	83 907	464	015
85	79,446	333	84 908	480	048	610	166	82 716
86	80,667	032	607	179	83 746	307	82 863	412
87	81,900	84 727	302	83 873	440	82 999	555	104
88	83,148	416	83 991	562	127	687	242	81 791
89	84,412	099	673	243	82 808	368	81 922	471
90	85,693	83 775	349	82 918	483	043	597	145
91	86,992	443	016	585	150	81 710	264	80 813
92	88,315	098	82 671	241	81 805	365	80 921	469
93	89,659	82 744	317	81 887	452	012	568	117
94	91,028	378	81 951	521	086	80 647	203	79 753
95	92,425	81 997	571	140	80 706	268	79 825	376
96	93,854	601	175	80 745	312	79 875	433	78 987
97	95,317	187	80 761	333	79 900	465	024	580
98	96,821	80 750	326	79 898	467	033	78 593	151
99	98,383	282	79 858	430	001	78 568	131	77 691
100	100,000	79 784	360	78 934	78 506	075	77 641	203

Alkoholtáblázat
 1 – 100 súly % alkoholt tartalmazó vizes oldatok fajsúlya az alábbi hőfokokon:
 d t°/4°

Súly %	Térfogat %	10 C°	15 C°	20 C°	25 C°	30 C°	35 C°	40 C°
0	0,000	99 973	99 913	99 823	99 708	99 568	99 406	99 225
1	1,257	785	725	636	520	379	217	034
2	2,509	602	542	453	336	194	031	98 846
3	3,756	426	365	275	157	014	98 849	663
4	5,000	258	195	103	98 984	98 839	672	485
5	6,239	098	032	98 938	817	670	501	311
6	7,476	98 946	98 877	780	656	507	335	142
7	8,708	801	729	627	500	347	172	97 975
8	9,938	660	584	478	346	189	009	808
9	11,164	524	442	331	193	031	97 846	641
10	12,387	393	304	98 187	98 043	97 875	685	475
11	13,607	267	171	047	97 897	723	527	312
12	14,825	145	041	97 910	753	573	371	150
13	16,039	026	97 914	775	611	424	216	96 989
14	17,251	97 911	790	643	472	278	063	829
15	18,461	800	669	514	334	133	96 911	670
16	19,668	692	552	387	199	96 990	760	512
17	20,871	583	433	260	062	844	607	352
18	22,072	473	313	129	96 923	697	452	189
19	23,269	363	191	96 997	782	547	294	023
20	24,463	252	068	864	639	395	134	95 856
21	25,653	139	96 944	729	495	242	95 973	687
22	26,840	024	818	592	348	087	809	516
23	28,022	96 907	689	453	199	95 929	643	343
24	29,201	787	558	312	048	769	476	168
25	30,376	665	424	168	95 895	607	306	94 991
26	31,546	539	287	020	738	442	133	810
27	32,710	406	144	95 867	576	272	94 955	625
28	33,870	268	95 996	710	410	098	774	438
29	35,024	125	844	548	241	94 922	590	248
30	36,172	95 977	686	382	067	741	403	055
31	37,314	823	524	212	94 890	557	214	93 860
32	38,450	665	357	038	709	370	021	662
33	39,581	502	186	94 860	525	180	93 825	461
34	40,705	334	011	679	337	93 986	626	257
35	41,824	162	94 832	494	146	790	425	051
36	42,936	94 986	650	306	93 952	591	221	92 843
37	44,042	805	464	114	756	390	016	634
38	45,141	620	273	93 919	556	186	92 808	422
39	46,233	431	079	720	353	92 979	597	208
40	47,320	238	93 882	518	148	770	385	91 992
41	48,399	042	682	314	92 940	558	170	774
42	49,472	93 842	478	107	729	344	91 952	554
43	50,537	639	271	92 897	516	128	733	332
44	51,597	433	062	685	301	91 910	513	108
45	52,651	93 226	92 852	472	085	692	291	90 884
46	53,698	017	640	257	91 868	472	069	660
47	54,738	92 806	426	041	649	250	90 845	434
48	55,773	593	211	91 823	429	028	621	207
49	56,801	379	91 995	604	208	90 805	396	89 979
50	57,823	162	776	384	90 985	580	168	750

* Az „International critical tables of numerical data. Vol. III”-ban megjelent táblázat, térfogat %-kal kiegészítve.

2. táblázat

folytatás

Súly %	Térfogat %	10 C°	15 C°	20 C°	25 C°	30 C°	35 C°	40 C°
50	57,823	92 162	91 776	91 384	90 985	90 580	90 168	89 750
51	58,837	91 943	555	160	760	353	89 940	519
52	59,845	723	333	90 936	534	125	710	288
53	60,847	502	110	711	307	89 896	479	056
54	61,842	279	90 885	485	079	667	248	88 823
55	62,831	055	659	258	89 850	437	016	589
56	63,814	90 831	433	031	621	206	88 784	356
57	64,791	607	89 207	803	392	88 975	552	122
58	65,762	381	89 980	574	162	744	319	87 888
59	66,726	154	752	344	88 931	512	085	653
60	67,684	89 927	523	113	699	278	87 851	417
61	68,635	698	293	88 882	466	044	615	180
62	69,580	468	062	650	233	87 809	379	86 943
63	70,518	237	88 830	417	87 998	574	142	705
64	71,449	006	597	183	763	337	86 905	466
65	72,375	88 774	364	87 948	527	100	667	227
66	73,294	541	130	713	291	86 863	429	85 987
67	74,206	308	87 895	477	054	625	190	747
68	75,112	074	660	241	86 817	387	85 950	507
69	76,011	87 839	424	004	579	148	710	266
70	76,904	602	187	86 766	340	85 908	470	025
71	77,790	365	86 949	527	100	667	228	84 783
72	78,668	127	710	287	85 859	426	84 986	540
73	79,540	86 888	470	047	618	184	743	297
74	80,405	648	229	85 806	376	84 941	500	053
75	81,264	408	85 988	564	134	698	257	83 809
76	82,117	168	747	322	84 891	455	013	564
77	82,962	85 927	505	079	647	211	83 768	319
78	83,801	685	262	84 835	403	83 966	523	074
79	84,632	442	018	590	158	720	277	82 827
80	85,456	197	84 772	344	83 911	473	029	578
81	86,272	84 950	525	096	664	224	82 780	329
82	87,081	702	277	83 848	415	82 974	530	079
83	87,882	453	028	599	164	724	279	81 828
84	88,675	203	83 777	348	82 913	473	027	576
85	89,461	83 951	525	095	660	220	81 774	322
86	90,238	697	271	82 840	405	81 965	519	067
87	91,006	441	014	583	148	708	262	80 811
88	91,764	181	82 754	323	81 888	448	003	552
89	92,512	82 919	492	062	626	186	80 742	291
90	93,251	654	227	81 797	362	80 922	478	028
91	93,980	386	81 959	529	094	655	211	79 761
92	94,699	114	688	257	80 823	384	79 941	491
93	95,406	81 839	413	80 983	549	111	669	220
94	96,101	561	134	705	272	79 835	393	78 947
95	96,786	278	80 852	424	79 991	555	114	670
96	97,459	80 991	566	138	706	271	78 831	388
97	98,117	698	274	79 846	415	78 981	542	100
98	98,759	399	79 975	547	117	684	247	77 806
99	99,387	094	670	243	78 814	382	77 946	507
100	100,000	79 784	360	78 934	506	075	641	203

A mellékelt 1 és 2 táblázatokban százalékról százalékra megtalálhatók az alkohol – víz elegyek fajsúlyai 5 C°-onként a 10 C°-tól 40 C°-ig terjedő intervallumban, mind súly-, mind térf. %-ban. Minden egyes adatnál fel van tüntetve az egész számban kifejezett súly-, illetve térf. %-nak megfelelő térf., illetve súly % három tizedesnyi pontossággal.

A táblázatok ipari és kereskedelmi célokra is jól felhasználhatók. Segítségükkel a megadott hőmérsékleti határokon belül akár súly, akár térfogat szerint lemért alkoholos oldatok elegyítéséből származó elegyek térfogata és összetétele kiszámítható.

Előnye a táblázatoknak, hogy a kerek egész számokban kifejezett súly-, illetve térf. %-okhoz tartozó fajsúlyt hét hőmérsékleten öt tizedes pontossággal adja meg, hátránya, hogy nincs lebontva tized százalékokra és így a század százalékokra való interpoláció körülményesebb.

A táblázatok használatához az alábbi példával kívánunk segítséget nyújtani:

Legyen valamely alkohol – víz elegy 23 C°-nál mért fajsúlya ($d_{20}^{20/4}$): 0,90685. Hány térfogat- és hány súly % alkoholt tartalmaz?

A táblázatban mindig a legközelebbi alacsonyabb hőmérséklethez és magasabb fajsúlyhoz tartozó adatot keressük ki. A 23 C°-hoz legközelebb álló alacsonyabb hőmérséklet a 20 C°. A 20 C°-os rovatban a 0,90685-nél közvetlenül, nagyobb érték a 0,90901-fajsúly. Ennek 60 térf. % felel meg. A 60 térfogat %-os, de 25 C° hőmérsékletű elegy fajsúlya 0,90499. Mivel 5 C° hőkülönbségre a fajsúly 0,90901-ről 0,0499-re vagyis 0,00402 egységgel csökken, 1 C°-ra eső csökkenés 0,000804, 3 C°-ra eső tehát: (igazítással) 0,00241. A 60 térf. %-os oldat fajsúlya tehát 23 C° hőmérsékleten

$$\begin{array}{r} 0,90901 \\ - 0,00241 \\ \hline 0,90660 \end{array}$$

Ez az általunk mért 0,90685 értéknél 0,00025-el alacsonyabb. A vizsgált oldatunk tehát kevesebb alkoholt tartalmaz, mint 60 térf. %.

59 és 60 térf. %-nál 20 C°-nál 1 térf. %-ra eső fajsúly különbség

$$\begin{array}{r} 0,91124 \\ - 0,90901 \\ \hline 0,00223 \end{array}$$

25 C°-nál

$$\begin{array}{r} 0,90723 \\ - 0,90499 \\ \hline 0,00224 \end{array}$$

átlagban tehát 0,002235

0,01 térf. %-ra eső különbség ennek század része a 0,00025 részre eső eltérés tehát

$$0,00025 : 0,0002235 = 25 : 2,235 = 11,2$$

Vagyis kerekben 11-szer század százaléknyi értékkel kevesebb alkoholt tartalmaz elegyünk, mint 60 térf. %. Az alkoholtartalom tehát:

$$\begin{array}{r} 60,00 \\ - 0,11 \\ \hline 59,89 \text{ térf. \%} \end{array}$$

Ha interpolációval kiszámítjuk az 59,89 tf %-os elegy 15 C°-on mérhető fajsúlyát a táblázat adataiból, akkor a kapott térfogat %-ot súly %-ra átszámíthatjuk.

Az interpolált fajsúly-érték: 0,91323 és így

$$\text{súly \%} = \frac{59,89 \cdot 0,7936}{0,91323} = 52,04 \text{ súly \%}.$$

Ha a 23 C°-nál 0,90685-nek mért fajsúlyadatból az egész számú súly%-okra vonatkozó táblázatból számítjuk ki a súly%-ot a leírt módhoz hasonlóan, azonos értékeket kell kapnunk. A számítás pontosan 52,04 súly%-ot ad, ami igazolja, hogy az összetétel és a fajsúly közötti összefüggés mindkét táblázat szerint ugyanaz.

IRODALOM

- (1) *Windisch*: „Tafel zur Ermittlung des alkoholgehaltes von alkoholwassermischungen aus dem speizifischen Gewichte”. Verlag von Julius Springer, Berlin 1893.
- (2) *Torbágyi – Novák L.*: Az égetett szeszesitalok gyártása, vizsgálata és minősítése. Budapest, 1948.