

Database: starchy raw materials usable for malt and beer production and its malt/wort composition after malting/brewing

Starchy raw material		Amaranth	Barley	Buckwheat	Maize	(Proso) Millet	Oat	Quinoa	(Black) Rice	Rye	Sorghum	Spelt	Wheat
Composition of malt/wort	Extract in d.m. dry matter (%)	79,7 (1.); 87,9-89,0 (2.)	82 (1.); 83,7 (5.); 80,9 (7.); 78,2 (10.)	52,9 (1.); 69,4-88,3 (2.); 62,8 (7.); 63,8 (12.)	60,7 (1.)	63,6 (1.)	64,4 (1.); 72,4-75,0 (4.); 62,1-62,3 (5.)	83,2 (1.); 87,1-94,4 (2.); 37,7 (7.)	87,4 (1.)	89,2 (1.); 84,8-88,6 (8.)	73,9 (1.); 90,7-95,3 (2.)	84,3 (1.); 81,9-84,7 (11.)	86,2 (1.)
Saccharification (min)		No	<10 (1.); <20 (7.); <10 (10.)	No (1.); 20 (7.)	No (1.)	<25 (1.)	<10 (1.)	No (1.); >20 (7.)	No (1.)	<10 (1.)	No (1.)	<10 (1.)	10–15 (1.)
Color (EBC)		5,6 (1.)	2,9 (1.); 3 (5.); 10,3 (7.); 12,2 (9.); 4,1 (10.)	2,5 (1.); 16,7 (7.)	3,9 (1.)	2,1 (1.)	3,7 (1.); 13,4-23 (4.); 5-9 (5.)	5 (1.); 130 (7.)	76 (1.)	7,7 (1.)	7,5 (1.)	3,1 (1.); 3,1-6,5 (11.)	3,2 (1.)
Protein (dry basis, %)		15,2 (1.)	10,5 (1.); 8,8 (5.); 10,8 (7.); 11,2 (10.)	15,4 (1.); 13,0 (7.)	14,6 (1.)	13,6 (1.)	12,6 (1.); 9,3-10,7 (5.)	13,7 (1.); 16,2 (7.)	8,4 (1.)	10,4 (1.)	7,8 (1.)	13,6 (1.)	12,1 (1.)
Viscosity (mPas)		1969 (1.)	1453 (1.); 1550 (5.); 1560 (7.); 1440 (10.)	3507 (1.); 3010 (7.)	1407 (1.)	1404 (1.)	1511 (1.); 1471-1484 (4.); 1720-1810 (5.)	1520 (1.); 1870 (7.)	1842 (1.)	6467 (1.)	1959 (1.)	2034 (1.); 1672-1810 (11.)	1756 (1.)
Soluble nitrogen (mg/100 g d.m.)		1022 (1.); 1671-2041 (2.); 550 (5.)	682 (1.); 410-650 (3.); 847 (6.); 1280 (7.); 676 (10.)	713 (1.); 1006-2556 (2.); 970 (7.)	481 (1.)	604 (1.); 520-1010 (3.)	681 (1.); 600-630 (5.); 1211 (6.)	888 (1.); 953-1112 (2.); 4030 (7.)	283 (1.)	964 (1.); 862 (8.)	426 (1.); 614-808 (2.); 240-450 (3.)	654 (1.); 646-1031 (11.)	725 (1.)
Degree of modification (%)		42 (1.)	40,7 (1.)	29,7 (1.)	20,6 (1.)	27,8 (1.)	33,8 (1.)	40,5 (1.)	21,1 (1.)	57,9 (1.)	34,1 (1.)	32,7 (1.)	37,4 (1.)
Free amino nitrogen (mg/100 g d.m.)		187 (1.); 236-317 (2.)	140 (1.); 182 (5.); 133 (7.); 240 (9.); 125 (10.)	111 (1.); 112-366 (2.); 152 (7.); 100-107 (12.)	119 (1.)	75 (1.)	145 (1.); 154 (4.); 161-172 (5.)	206 (1.); 150-192 (2.); 340 (7.)	58 (1.)	121 (1.); 67-121 (8.)	119 (1.); 165-235 (2.)	97 (1.); 79-149 (11.)	110 (1.)
Diastatic power		88 (1.)	311 (1.)	77 (1.)	72 (1.)	78 (1.)	269 (1.)	81 (1.)	82 (1.)	177 (1.)	83 (1.)	367 (1.)	405 (1.)
α-amylase activity (ASBC) dry basis		1 (1.)	55 (1.); 57 (5.); 43 (10.);	6 (1.)	7 (1.)	11 (1.)	24 (1.); 23-25 (5.)	2 (1.)	6 (1.)	18 (1.)	8 (1.)	18 (1.)	20 (1.)
Final attenuation (%)		22,4 (1.)	82,1 (1.); 85,0 (5.); 64,2 (7.); 80,7 (9.); 81,7 (10.)	46,4 (1.); 66,9 (7.)	57,5 (1.)	80,9 (1.)	77,3 (1.); 76,6-80,9 (5.)	63,5 (1.); 43,66 (7.)	51,4 (1.)	68,4 (1.); 77,1 (8.)	79,7 (1.)	68,4 (1.)	80,2 (1.)

References

1. Hans Michael Eßlinger (2009). Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. Wiley-VCH. pages 56–7
2. Meo, B; Freeman, G; Marconi, O (2011). Behaviour of Malted Cereals and Pseudo–Cereals for Gluten–Free Beer Production, Journal of the Institute of Brewing
3. Agu, Reginald C.; Palmer, Geoff H. (2013). Evaluation of the potentials of millet, sorghum and barley with similar nitrogen contents malted at their optimum germination temperatures for use in brewing, Journal of the Institute of Brewing
4. Gastl, M, Zarnkow, M, Becker, T (2011). Optimization of the malting process of oat (*Avena sativa* L.) as a raw material for fermented beverages, Spanish Journal of Agricultural Research
5. Klose, Christina; Mauch, Alexander; Wunderlich, Sascha et al. (2011). Brewing with 100% oat malt, Journal of the Institute of Brewing
6. Kordialik-Bogacka, Edyta; Bogdan, Paulina; Diowksz, Anna (2014). Malted and unmalted oats in brewing, Journal of the Institute of Brewing
7. Deželak, Matjaž; Zarnkow, Martin; Becker, Thomas; Košir, Iztok Jože (2014). Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization, Journal of The Institute of Brewing
8. Hübner, Florian; Schehl, Beatus D.; Gebruers, Kurt et al. (2010). Influence of germination time and temperature on the properties of rye malt and rye malt based worts, Journal of Cereal Science
9. Poreda, Aleksander; Czarnik, Agata; Zdaniewicz, Marek et al. (2014). Corn grist adjunct - application and influence on the brewing process and beer quality. Journal of the Institute of Brewing
10. Steiner, Elisabeth; Auer, Andrea; Becker, Thomas; Gastl, Martina (2012). Comparison of beer quality attributes between beers brewed with 100% barley malt and 100% barley raw material. Journal of the Science of Food and Agriculture
11. Muñoz-Insa, Alicia; Selciano, Harald; Zarnkow, Martin et al. (2013). Malting process optimization of spelt (*Triticum spelta* L.) for the brewing process. LWT - Food Science and Technology
12. Wijngaard, H.H.; Ulmer, H.M.; Neumann, M (2005). The Effect of Steeping Time on the Final Malt Quality of Buckwhea,. Journal of the Institute of Brewing

<https://ejdfoodsci.eu/publications/>