

饲料原料白酒糟基本成分测定及评价

王晓力¹, 孙尚琛², 王永刚², 朱新强¹, 李秋剑³, 王春梅¹, 张茜¹, 刘锦民⁴

(1.中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 甘肃 兰州 730050; 2.兰州理工大学生命科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050; 3.深圳市农产品质量安全检测中心, 广东 深圳 518005; 4.甘肃省粮食局, 甘肃 兰州 730050)

【摘要】为了解白酒糟的基本成分以确定其利用价值, 测定了白酒糟(2012-WS-007)的营养成分及对其进行营养学评价, 并与葡萄渣、甜菜渣和小麦秸秆等饲料原料进行了比较。结果表明: 粗蛋白质、粗脂肪和粗纤维三大类物质占白酒糟干物质总量的64.99%, 在所含的13中氨基酸中, 必须氨基酸占总氨基酸的67.56%, 每千克白酒糟中含维生素B₁ 15mg, 维生素B₂ 1.8mg, 此外还含有丰富的铜、铁和锌等矿物质。上述结果表明白酒糟中各类营养物质种类和含量均符合国标规定的饲料原料要求, 以白酒糟为原料开发制备饲料等产品具有较好的经济效益。

【关键词】白酒糟; 营养; 效益

中图分类号: S1 文献标识码: A 文章编号: 2095-6495 (2015) 05-0062-04

Analysis and Evaluation of Basic Elements of Distiller's Grains for Fodder

WANG Xiao-li¹, SUN Shang-chen², WANG Yong-gang², ZHU Xin-qiang¹, LI Qiu-jian³,
WANG Chun-mei¹, ZHANG Qian¹, LIU Jin-min⁴

(1. Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Science of CAAS, Lanzhou City, Gansu Province 730050;
2. School of Life science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou City, Gansu Province 730050;
3. Quality and Safety Testing Centre of Agricultural Product in Shenzhen; Shenzhen City, Guangdong Province 518005;
4. Gansu Grain Administration, Lanzhou City, Gansu Province 730050)

Abstract: For understanding elementary composition of distiller's grains to determine its value, nutrient content of distiller's grains were measured and evaluated its nutriology. Moreover, distiller's grains were compared with many feedstuffs such as grape slag, beet pulp and wheat straw. Results indicated that three types of material concluding crude protein, crude fat and crude fiber accounted for 64.99% of total dry matter of distiller's grains. In 13 amino acids contained, essential amino acid accounted for 67.56% of total amino acids; 15mg of vitamins B₁ as well as 1.8 mg of vitamins B₂ were contained in per kilogram of distiller's grains; In addition, there were abundant minerals such as copper, iron, zinc and so on in distiller's grains. Results above showed that: both variety of nutrients and content in distiller's grains conformed to requirements of national standard of feed raw materials. It had good economic benefit to develop products such as fodder based on distiller's grains.

Key words: distiller's grains; nutrient; economic benefit

酒糟指在酿酒过程中将谷物如高粱和大麦等发酵丰富的蛋白质、脂肪、维生素和氨基酸等营养成分, 蒸出酒精后剩余的物料的总称。经检测, 酒糟中含有可作为饲料类物质的原料。中医上将酒糟用来消食杀

收稿日期: 2015-03-02; 修改日期: 2015-03-15

基金项目: 农业部兽药药物创制重点实验室和甘肃省新兽药工程重点实验室开放课题经费, 公益性行业(农业)科研专项子课题: 甘肃河西走廊荒漠灌区苜蓿高效种植关键技术与集成示范; 工业副产品的优化利用技术与示范项目资助

作者简介: 王晓力(1965—), 女, 副研究员, 硕士, 从事畜牧方面的研究工作, 412316788@163.com。

腥、去草菜毒、润皮肤、调脏腑和治伤折等，具有很高的应用价值。本研究测量了饲料类原料白酒糟（2012-WS-007）的营养成分并对其进行了营养学评价，为进一步研究开发酒糟类物质提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

2012-WS-007 白酒糟由甘肃陇南金徽酒业提供。

半制备高效液相色谱、835-50 高速氨基酸分析仪、Z-5000 火焰原子吸收分光光度计、Cary50 紫外分光光度计、粗蛋白测定仪、索氏提取装置、纤维素测定仪、旋转蒸发仪、冷凝管和水浴锅等。

庚烷磺酸钠、冰醋酸、硼酸、三乙醇胺、甲酸；巯基乙醇、辛酸和磺基水杨酸；石油醚、3,5-二硝基水杨酸和乙醇等，均为分析纯；甲醇和乙腈，均为色谱纯。

1.2 试验方法

1.2.1 材料的处理

称取 1kg 白酒糟置烘箱内于 80℃ 下干燥至质量恒定，将去除水分后的白酒糟研磨成粉后用于营养成分的测定。

1.2.2 粗蛋白、粗脂肪和粗纤维的测定

粗蛋白质的测定参照 GB/T 6432-1994^[1] 饲料中粗蛋白质的测量方法，分析仪器为粗蛋白测定仪；脂肪含量测定参照 GB/T 6433-2006^[2] 饲料中粗脂肪含量的测量方法；纤维素含量测定参照 GB/T 6434-2006^[3] 饲料中粗纤维含量的检测方法，分析仪器为纤维素测定仪。本试验所有测定均进行 3 次平行，结果取平均值。

1.2.3 矿物质测定

分别称取白酒糟干粉 1.000g，加入 V（硝酸）：V（高氯酸）=4:1 混酸 30mL 消化^[4]，消化完全冷却后用纯水定容至 25mL 待用，重复 3 次。用 Z-5000 火焰原子吸收分光光度法绘制各种金属元素标准曲线。利用标准曲线计算样品中各金属元素的含量。

1.2.4 维生素的测定

维生素的测定参照 GB/T 17817-2010^[5] 饲料中维生素 A 的测定方法：高效液相色谱法。分别配制母液浓度为 10μg/g 的 V_{B1} 和 V_{B2} 测定标准储备液，按 0、0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0μg/g 浓度梯度进样，进样 3 次，记录出峰时间，峰面积取平均值，绘制标准曲线。

称取白酒糟干粉 0.4g，参照文献^[6] 酸水解后，定容至 100mL，采用半制备高效液相色谱仪测定 V_{B1} 和 V_{B2} 含量，色谱条件为 sinoChromODS-BP4.6mm×250mm

5μm 色谱柱，流动相为 0.005mol/L 庚烷磺酸钠（0.05% 三乙胺和 0.5% 冰醋酸）- 甲醇（72:28），流速 1.0mL/min，检测波长为 280nm。

利用标准曲线计算样品中相应维生素的含量。

1.2.5 氨基酸的测定

氨基酸的测定按 GB/T 18246-2000^[7] 饲料中的氨基酸测定方法，分析仪器为 835-50 高速氨基酸分析仪和紫外分光光度计。

1.2.6 营养价值评价

酒糟类物质中蛋白质、氨基酸种类和含量不同，其营养优势主要取决于 3 个方面：一是所含必需氨基酸的种类是否齐全，二是必需氨基酸数量的多少，三是各种氨基酸的比例组成^[8]。白酒糟营养价值的评价根据 FAO/WHO1973 年建议的每克氮氨基酸评分标准模式（%，干基）中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所 1991 年提出的鸡蛋蛋白模式进行，分别按以下公式计算氨基酸评分（AAS）、化学评分（CS）和必需氨基酸指数（EAAI）^[9]：

AAS=样品中氨基酸含量（mg/g N） [FAO/WHO 评分模式中同种氨基酸含量（mg/g N）]

CS=样品中氨基酸含量（mg/g N）/鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量（mg/g N）

EAAI= [(P_{T₁}/S_{T₁}) × (P_{T₂}/S_{T₂}) × … × (P_{T_n}/S_{T_n})] 1/n × 100

式中：n 为参与比较的必需氨基酸个数；P 为样品中必需氨基酸含量，mg/g N；S 为鸡蛋蛋白质中对应的必需氨基酸含量，mg/g N。

2 结果与分析

2.1 白酒糟中基本成分测定结果

依照国标测定出每 100g 白酒糟中含水量为 8.3%、干物质含量达到 91.7g、粗蛋白含量为 23.5g、粗脂肪含量为 10.5g 和粗纤维含量为 25.6g，与葡萄渣、甜菜渣和小麦秸秆相比（表 1），此白酒糟粗蛋白含量是葡萄渣的 2 倍、甜菜渣的 1.96 倍和小麦秸秆的 6.53 倍。粗脂肪含量分别为 1.4 倍、21 倍和 5.8 倍。粗纤维含量分别为 1.32 倍、1.41 倍和 0.62 倍。

表 1 白酒糟与葡萄渣、甜菜渣、小麦秸秆基本成分的比较（g/100g）

成分	白酒糟	葡萄渣	甜菜渣	小麦秸秆
粗蛋白	23.50	11.70	12.00	3.60
粗脂肪	10.50	7.50	0.50	1.80
粗纤维	25.60	19.40	18.20	41.20

2.2 矿物质测定结果

2.2.1 标准曲线的绘制

分别配制各种微量元素标准工作液，绘制标准曲线，由表 2 可知：各元素线性关系良好，可以用于计算样品中元素的含量。

表 2 FAAS 法测定白酒糟中元素配制的标准溶液、线性回归方程和相关系数

元素	P 标准(μg/mL)	线性回归方程	相关系数
Ca	0.20、40、60、80、100	$A=0.003C+0.003$	0.9988
P	0.5、10、20、40、80	$A=0.028C-0.001$	0.9986
Cu	0.20、40、60、80、100	$A=0.016C+0.022$	0.9991
Fe	0.20、40、60、80、100	$A=0.014C-0.002$	0.9979
Zn	0.002、0.04、0.06、0.08、0.10	$A=0.011C-0.001$	0.9990
Mn	0.02、0.4、0.6、0.8、1.0	$A=0.024C+0.004$	0.9989

2.2.2 样品测定结果

矿物质是幼畜生长、成年家畜健康的维持和正常生产、繁殖不可缺少的营养物质，在家畜的生理和生产上具有重要作用。由表 3 可知：该白酒糟中所含的矿物质种类齐全，且含量均符合国标中对饲料营养成分的要求。

表 3 白酒糟无机元素种类及含量 (mg/kg)

元素种类	含量	元素种类	含量
Ca	300	Fe	221
P	210	Zn	81
Cu	27	Mn	56

2.3 维生素测定结果

维生素是动物机体正常生长、繁殖、生产及维持自身健康所需的微量有机物质，动物本身不能合成或者合成数量不能满足自身需要时需要及时从饲料中添加。维生素 B₁ 在调节神经系统，促进能量的吸收利用等过程中起作用。维生素 B₂ 又称核黄素，在生物体的组织修复、皮肤和被毛的维持方面发挥作用。经检测，该白酒糟中维生素 B₁ 的量为 15mg/kg，维生素 B₂ 的含量为 1.8mg/kg。尽管含量较少，但其作用是不可或缺的。

2.4 氨基酸检测结果

2.4.1 氨基酸组成分析

氨基酸的种类和含量是判断饲料原料营养价值的重要指标，本试验通过对陇南金徽酒业白酒糟氨基酸种类及含量进行分析测定，结果见表 4。

由表 4 可知：共检测出 12 种氨基酸，其中必需氨基酸占总氨基酸的比值为 69.14%，必需氨基酸和非必需氨基酸的比值为 2.24。该白酒糟所含氨基酸

表 4 样品中氨基酸种类及含量 (%)

序号	氨基酸	含量	序号	氨基酸	含量
1	Arg	1.15	7	Cys	0.31
2	His	0.69	8	Phe	1.18
3	Ile	1.32	9	Tyr	1.91
4	Leu	2.02	10	Thr	0.62
5	Lys	0.91	11	Trp	1.04
6	Met	0.48	12	Val	1.55

中亮氨酸含量最高，占总氨基酸含量的 14.96%，其次为络氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸和精氨酸。此类氨基酸对动物骨骼的生长发育，营养物质的消化吸收，免疫力的增强等均有重要作用。

2.4.2 白酒糟氨基酸组成营养价值评价

8 种必需氨基酸含量的高低和构成比例是评价蛋白质营养价值的依据。以 FAO/WHO 联合推荐的 EAA 模式和鸡蛋氨基酸模式为参比，评价饲料原料蛋白的营养价值是目前较常用的方法。由表 5 可知：该白酒糟的必需氨基酸评分 (AAS) 最低为 0.173；化学评分 (CS) 最低为 0.11。必需氨基酸指数愈大，则表明营养价值愈高，该白酒糟中的必需氨基酸指数 (EAAI) 为 28，相对较高，说明该白酒糟的营养价值较高。

表 5 白酒糟必需氨基酸组成的评价

必需氨基酸	必需氨基酸含量(mg/g)			AAS	CS
	白酒糟	FAO 评分模式	鸡蛋蛋白		
异亮氨酸	13.2	20.5	33.1	0.64	0.40
亮氨酸	20.2	44	54.3	0.46	0.37
赖氨酸	9.1	34	44.1	0.27	0.21
苏氨酸	6.2	25	29.2	0.25	0.21
缬氨酸	15.5	31	41.0	0.50	0.38
色氨酸	10.4	60	99	0.173	0.11

3 结论

本文研究了金徽酒业白酒糟中的基本营养成分，结果表明：该白酒糟中营养成分比较齐全，与葡萄渣、甜菜渣和小麦秸秆等饲料原料相比，蛋白质、脂类、纤维素和维生素等含量均相对较高。此外还含有丰富的氨基酸组分，必需氨基酸占总氨基酸的比值为 64.99%，必需氨基酸和非必需氨基酸的比值为 2.24，尤其是亮氨酸含量最高，占总氨基酸含量的 14.96%。综合分析该白酒糟的营养水平，该白酒糟具有较高的营养价值，适合以此为原料开发动物饲料类物质。

参考文献

- [1] GB/T 6432-1994, 饲料中粗蛋白的测定 [S].

- [2] GB/T 6433-2006, 饲料中粗脂肪的测定 [S].
- [3] GB/T 6434-2006, 饲料中粗纤维的测定 [S].
- [4] 吴冬青, 李彩霞, 安红钢, 等. FAAS 法测定芦笋果实中的微量元素 [J]. 广东微量元素科技, 2007, 14 (2): 43-45.
- [5] GB/T 17817-2010, 饲料中维生素的测定 [S].
- [6] 顾关云, 蒋昱. 芦笋的化学成分和生物活性 [J]. 国外医药: 植物药分册, 2007, 22 (2): 47-50.
- [7] GB/T 18246-2000, 饲料中氨基酸的测定 [S].
- [8] 郑小江, 向东山, 肖浩. 景阳鸡氨基酸组成分析与营养价值评价 [J]. 食品科学, 2010, 31 (17): 373-375.
- [9] 梁银铨, 崔希群, 刘友亮. 鳊鱼肌肉生化成分分析和营养价值评价 [J]. 水生生物学报, 1998, 22 (4): 386-388.

(上接第 61 页)

- istry, 2001, 36: 1249-1258.
- [26] Waldemar R, Anita R, Marta M. High-yield production of erythritol from raw glycerol in fed-batch cultures of *Yarrowia lipolytica* [J]. *Biotechnol Lett*, 2009, 31: 377-80.
- [27] 吴燕, 吕惠敏, 施大林, 等. 新型甜味剂: 赤藓糖醇产生菌的筛选 [J]. 生物技术, 2000, 10 (2): 17-20.
- [28] 陶军玮, 何嘉波. 丁四醇产生菌株分离选育研究 [J]. 江苏食品与发酵, 2003, (1): 1-4.
- [29] 杨晓伟, 吴燕, 吕惠敏, 等. 赤藓糖醇发酵工艺研究 [J]. 生物技术, 2005, 15 (4): 63-65.
- [30] 叶娴, 董海洲, 侯汉学, 等. 赤藓糖醇高产菌株的筛选、鉴定及发酵特性的初步研究 [J]. 生物技术, 2007, 17 (5): 54-57.
- [31] Cunha V, Santos M H, Van S E. Pathway and regulation of erythritol formation in *Leuconostoc oenos* [J]. *Bacteriol*, 1993, 175: 3941-3948.
- [32] Spencer J F T, Gorin P A J. The biosynthesis of erythritol and glycerol by *Torulopsis magnoliae* studies with C14-labelled glucose, *Can J Microbiol*, 1960, 38: 157-164.
- [33] Tokuoka K, Ishizuka H, Wako K. et al. Comparison of three forms of erythrose reductase from an *Aureobasidium sp. mutant* [J]. *Biochem. Physiol*, 1992, 38: 145-155.
- [34] Katsuhiko S, Arihiro T, Takashi Y. Key role for transketolase activity in erythritol production by *Trichosporonoides megachiliensis* SN-G42 [J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009, 108 (5): 385-390.
- [35] 修秀红. 赤藓糖醇发酵、分离和提取工艺研究 [D]. 山东: 山东轻工业学院, 2011.
- [36] 沈同, 王镜岩, 赵邦悌, 等. 生物化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 104-108.
- [37] Ookura, T., Azuma, K., Issiki, K. et al. Primary structure analysis and functional expression of erythrose reductase from erythritol-producing fungi (*Trichosporonoides megachiliensis* SNG-42) [J]. *Basic Biotechnol Biochem*, 2005, 69: 944-951.
- [38] Moon, H J, Jeya M, Kim I W. Biotechnological production of erythritol and its applications [J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2010, 86: 1017-1025.
- [39] Spencer J F T, Gorin P A L. The biosynthesis of erythritol and glycerol by *Torulopsis magnoliae*. studies with C14-labelled glucose [J]. *Can J Microbiol*, 1960, 38: 145-164.
- [40] Ishizuka H, Wako K, Kasumi T, et al. Purification and some properties of an erythrose reductase from an *Aureobasidium sp. mutant* [J]. *Biosci. Biotech. Biochem*, 1992, 56: 941-945.
- [41] Ishizuka H, Wako K, Kasumi T, et al. Comparison of three forms of erythrose reductase from an *Aureobasidium sp. mutant* [J]. *J. Gen. Appl. Microbiol*, 1992, 38: 145-155.
- [42] Lee J K, Ha S J, Kim S Y. et al. Increased erythritol production in *Torula sp.* by Mn^{2+} and Cu^{2+} [J]. *Biotech Lett*, 2000, 22 (12): 983-986.
- [43] Lee J K, Ha S J, Kim S Y, et al. Increased erythritol production in *Torula sp.* with inositol and phytic acid [J]. *Biotech Lett*. 2001, 23 (7): 497-500.
- [44] Yang S W, Park J B, Han N S, et al. Production of erythritol from glucose by an osmophilic mutant of *Candida magnoliae* [J]. *Biotechnology Lett*. 1999, 21: 887-890.
- [45] Hattori K, Suzuki T. Large scale production of erythritol and its conversion to D-mannitol production by n-alkane-grown *Candida zeylanoides* [J]. *Agric Chem*. 1974, 38: 1203-1208.