

Primary Nutrients Analysis of 32 Kinds of DUS Millet under the Same Planting Condition

Jinghua Lu¹, Shenkui Shi¹, Wei Li², Wendian Zhang¹, Chunfang Wang^{1*}

¹College of Biology and Food Science, Hebei Normal University for Nationalities, Chengde Hebei

²Institute of Millet Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang Hebei

Email: ^{*}lengbing6987@sina.com

Received: Aug. 4th, 2018; accepted: Aug. 14th, 2018; published: Aug. 21st, 2018

Abstract

Protein, starch, crude fat, ash and crude fiber content of 32 foxtail millet varieties were measured and compared. These varieties were planted in the same field in Chengde. The results indicated that the content of protein, starch, crude fat, ash and crude fiber were in the range of 6.38%~14.52%, 55.75%~72.95%, 1.52%~4.91%, 0.75%~1.70%, 0.40%~2.19%, respectively. Chaoxianxiaoguanggu had the highest protein content, and the protein content was 14.52% ± 0.05%. The highest starch content was 72.95% ± 0.03% existed in Huangdasui. The variety 91115 had the highest crude fat content of 4.91% ± 0.01%. The variety 7111 had the highest ash content of 1.46% ± 0.02%. Longshanhonggu had the crude fiber content of 2.19% ± 0.06%. Significant difference (P < 0.05) was found between Longshanhonggu and other varieties. These results could provide the candidate parent reference information for foxtail millet breeding in Chengde.

Keywords

Chengde, Foxtail Millet, Nutritional Ingredient, Breeding

相同种植条件下32种DUS谷子品种主要营养成分分析

芦敬华¹, 史慎奎¹, 李伟², 张温典¹, 王春芳^{1*}

¹河北民族师范学院, 生物与食品科学系, 河北 承德

²河北省农业科学院谷子所, 河北 石家庄

*通讯作者。

Email: lengbing6987@sina.com

收稿日期: 2018年8月4日; 录用日期: 2018年8月14日; 发布日期: 2018年8月21日

摘要

本文测定并对比了承德地区同一试验田内32个谷子品种的蛋白质、淀粉、粗脂肪、灰分和粗纤维含量。测定结果为蛋白质、淀粉、粗脂肪、灰分和粗纤维含量范围分别是6.38%~14.52%、55.75%~72.95%、1.52%~4.91%、0.75%~1.70%、0.40%~2.19%。其中,蛋白质含量最高的品种是朝鲜小黄谷,含量为(14.52 ± 0.05)%;淀粉含量最高的品种是黄大穗,含量为(72.95 ± 0.03)%;粗脂肪含量最高的品种是91115,含量为(4.91 ± 0.01)%;灰分含量最高的品种为鲁7111,含量为(1.46 ± 0.02)%;粗纤维含量最高的为龙山红谷,含量为(2.19 ± 0.06)%,与其他品种比较均具有显著性差异($P < 0.05$),可以为承德地区谷子育种研究提供优质亲本。

关键词

承德, 谷子, 营养成分, 育种

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

谷子(*Setaria italica*)属禾本科狗尾草属,是起源于我国的古老禾谷类作物,在北方干旱、半干旱地区种植广泛,主要种植区包括山西、河北、内蒙古、山东、陕西、甘肃等地[1]。河北省是我国谷子生产大省,种植面积居全国第3位[2] [3],种植区域主要分布在燕山、太行山以及河北省的中南部地区[4]。为了获得更适于河北承德地区种植条件的谷子品种,河北民族师范学院冀北杂粮产业协同创新中心试验田种植了100个DUS谷子品种,以期为后续育种工作提供亲本,最终筛选到32个品种农艺性状表现良好的谷子品种资源。本研究对这32种农艺性状良好DUS谷子品种的蛋白质、淀粉、粗脂肪、粗纤维、灰分五种主要营养成分进行分析,筛选出几种营养价值相对较高的品种,为谷子的育种研究提供数据支持。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料与种植

共100个谷子品种在四月末于承德市河北民族师范学院冀北杂粮产业协同创新中心试验田进行人工播种,每个品种种3行,每行5米,行距30厘米,播种的深度为3~5厘米,每个品种至少300株。采用大田管理,播种前灌溉保证全苗,苗期不浇水并间苗。拔节期与灌浆期灌溉,有利于正常抽穗和籽粒的形成,谷子成熟期不进行人工灌溉。

收获期获得农艺性状良好的32个谷子品种作为参试材料,具体品种名称参见表1。

参试材料进行清洗、除杂、干燥、脱壳、粉碎(过60目筛)后得到谷子粉末,备用。

Table 1. Thirty-two foxtail millet varieties in this study
表 1. 32 种 DUS 谷子品种名称

编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	豫谷 18 号	12	鲁 2115	23	红谷粒
2	豫谷 1 号	13	鲁 2181	24	大悲无名谷
3	郑矮 2 号	14	济优 5 号	25	黑粘谷
4	矮协 1 号	15	C445	26	黄大穗
5	桃花米	16	鲁谷 5 号	27	梗曲黄
6	8 月-62	17	小糯米	28	238
7	4 月-64	18	龙山红谷	29	10 月-78
8	鲁 7110	19	91115	30	红粘谷
9	鲁 7111	20	2 月-20	31	200732-1
10	鲁 7112	21	安矮 11	32	小镬根
11	鲁 7034	22	朝鲜小黄谷		

2.2. 实验试剂

浓硫酸、盐酸、氢氧化钠、高氯酸(分析纯): 西陇; 硫酸钾、硫酸铜、硼酸、无水乙醇、甲基红、亚甲基蓝、蒽酮(分析纯): 科密欧; 氢氧化钾、无水乙醚、正辛醇(分析纯): 上海实验。

2.3. 实验仪器

LTJM-2099 散热型精米机(浙江伯利恒仪器设备有限公司); CP214 电子分析天平(奥豪斯仪器有限公司); KDN-08A 消化炉(浙江托普仪器有限公司); KDN 系列凯氏定氮仪(浙江托普仪器有限公司); SX-4-10 型箱式马弗炉(天津市泰斯特仪器有限公司); YHG·500-BS-II 型远红外辐射干燥箱(上海浦东荣丰科学仪器有限公司上海圣欣科学仪器有限公司); JS30-230 多功能搅拌机; T-6 紫外可见分光光度计(上海让奇仪器公司); SZF-06 脂肪测定仪(江苏东鹏仪器制造有限公司)。

2.4. 实验方法

蛋白质含量测定: GB/T 5511-2008《谷物和豆类氮含量测定和粗蛋白含量计算 凯氏法》标准测定; 淀粉含量测定: 高氯酸水解——蒽酮比色法[5]; GB/T 5505-2008《粮油检验 灰分测定法》; GB/T 5512-2008《粮油检验粮食中粗脂肪含量测定》; GB 6193-86《谷物籽粒粗纤维测定法》。

2.5. 数据处理与分析

每个品种样品测定营养成分含量平行测定三次, 数据采用 Excel 2010 和 SPSS Statistic 19 软件进行数据统计, LSD 法分别分析不同品种营养成分含量差异显著性。

3. 结果与分析

3.1. 蛋白质含量测定与分析

蛋白质是小米中主要营养成分之一, 小米蛋白也是一种低过敏性蛋白, 可以提高血浆中高密度脂蛋白胆固醇水平, 对预防动脉粥样硬化有益[6]。表 2 中显示, 本研究测定的 32 个品种中蛋白质含量在 6.38%~14.52%之间, 平均值为(11.28 ± 1.84)%, 不同品种间存在显著性差异(P < 0.05)。除部分品种外大

Table 2. The content of diverse nutrients in each kind of 32 foxtail millet varieties
表 2. 32 个品种谷子不同营养成分含量

品种序号	品种名称	蛋白质含量%	淀粉含量%	粗脂肪含量%	灰分含量%	粗纤维含量%
1	豫谷 18 号	10.18 ± 0.03s	59.16 ± 0.06z	3.07 ± 0.01m	1.06 ± 0.01i	0.76 ± 0.01ijk
2	豫谷 1 号	6.38 ± 0.11x	58.86 ± 0.03α	3.49 ± 0.01j	1.13 ± 0.03h	1.08 ± 0.01f
3	郑矮 2 号	10.43 ± 0.03p	60.24 ± 0.02w	3.49 ± 0.01j	1.26 ± 0.01ef	0.70 ± 0.01klm
4	矮协 1 号	9.44 ± 0.03u	64.97 ± 0.04m	2.83 ± 0.01p	1.01 ± 0.02j	1.13 ± 0.03ef
5	桃花米	13.26 ± 0.03f	65.96 ± 0.04l	3.83 ± 0.01f	0.98 ± 0.01jk	0.95 ± 0.00gh
6	8 月-62	10.47 ± 0.03p	63.24 ± 0.03q	1.52 ± 0.02z	1.15 ± 0.05h	0.65 ± 0.01lmn
7	4 月-64	10.35 ± 0.04qr	72.58 ± 0.03b	2.73 ± 0.01q	0.79 ± 0.01p	0.78 ± 0.02ij
8	鲁 7110	8.15 ± 0.03w	57.95 ± 0.02δ	2.19 ± 0.02w	1.11 ± 0.02h	0.55 ± 0.02opq
9	鲁 7111	9.10 ± 0.02v	68.26 ± 0.03f	1.75 ± 0.02y	1.46 ± 0.02a	0.41 ± 0.07r
10	鲁 7112	10.40 ± 0.02pq	68.91 ± 0.01d	3.61 ± 0.02i	0.96 ± 0.01kl	0.40 ± 0.01r
11	鲁 7034	10.31 ± 0.02r	60.97 ± 0.02t	3.02 ± 0.03n	1.23 ± 0.01fg	0.88 ± 0.01h
12	鲁 2115	13.42 ± 0.04e	64.06 ± 0.02p	4.32 ± 0.01d	1.33 ± 0.03d	0.97 ± 0.01g
13	鲁 2181	12.95 ± 0.03g	57.47 ± 0.03ζ	2.45 ± 0.01t	1.06 ± 0.01i	0.53 ± 0.02pq
14	济优 5 号	10.70 ± 0.06n	57.56 ± 0.01ε	2.70 ± 0.01r	1.22 ± 0.02g	1.06 ± 0.00f
15	C445	10.44 ± 0.07p	64.90 ± 0.03n	2.88 ± 0.01o	1.37 ± 0.02c	0.65 ± 0.05lmn
16	鲁谷 5 号	10.17 ± 0.07s	71.89 ± 0.01c	2.26 ± 0.01v	0.87 ± 0.04o	0.50 ± 0.08pq
17	小糯米	14.32 ± 0.06b	58.07 ± 0.03γ	3.65 ± 0.01h	1.14 ± 0.02h	1.22 ± 0.00d
18	龙山红谷	13.32 ± 0.05f	60.01 ± 0.01x	4.15 ± 0.02e	1.19 ± 0.02g	2.19 ± 0.06a
19	91115	13.59 ± 0.09d	62.55 ± 0.03r	4.91 ± 0.01a	1.02 ± 0.00ij	1.84 ± 0.08b
20	2 月-20	10.80 ± 0.06m	60.77 ± 0.02v	2.34 ± 0.01u	1.06 ± 0.02i	0.61 ± 0.00no
21	安矮 11	10.13 ± 0.06st	59.17 ± 0.02y	3.68 ± 0.01g	1.28 ± 0.01e	0.70 ± 0.08klm
22	朝鲜小黄谷	14.52 ± 0.05a	67.39 ± 0.02g	3.59 ± 0.01i	1.06 ± 0.03i	1.19 ± 0.12de
23	红谷粒	13.67 ± 0.05d	58.76 ± 0.02β	3.3 ± 0.01k	1.41 ± 0.02b	0.79 ± 0.03i
24	大悲无名谷	11.52 ± 0.03jk	68.61 ± 0.02e	2.45 ± 0.01t	1.39 ± 0.03bc	0.66 ± 0.01lmn
25	黑粘谷	13.83 ± 0.04c	55.75 ± 0.02θ	4.44 ± 0.01c	1.12 ± 0.01h	0.56 ± 0.01op
26	黄大穗	12.52 ± 0.03h	72.95 ± 0.03a	4.78 ± 0.03b	1.2 ± 0.02g	2.12 ± 0.06a
27	梗曲黄	10.55 ± 0.09o	61.27 ± 0.02s	2.16 ± 0.01x	0.91 ± 0.03no	1.77 ± 0.01c
28	238	11.46 ± 0.03k	57.23 ± 0.02η	3.2 ± 0.01l	0.87 ± 0.04o	0.72 ± 0.02jkl
29	10 月-78	10.06 ± 0.02t	64.23 ± 0.02o	2.15 ± 0.02x	0.88 ± 0.02o	0.48 ± 0.05q
30	红粘谷	11.36 ± 0.05l	60.89 ± 0.02u	2.61 ± 0.02s	1.01 ± 0.03j	0.63 ± 0.06mn
31	200732-1	11.60 ± 0.01j	66.89 ± 0.02h	2.21 ± 0.01w	0.9 ± 0.03o	0.75 ± 0.03ijk
32	小镏根	11.77 ± 0.02i	60.48 ± 0.03w	3.68 ± 0.03g	0.94 ± 0.03mn	0.93 ± 0.01gh

注：含量以干基计；采用 Duncan 法进行多重比较，同列不含相同字母表示差异显著(P < 0.05)。

部分品种与古世禄、刘厦[7]测定的 416 份中国小米品种，大部分品种中蛋白质含量是 10%~13.99%，平均的蛋白质含量为(11.73 ± 1.40)%一致。32 个品种中蛋白质含量最高的是朝鲜小黄谷，含量为(14.52 ± 0.05)%，与其他品种差异显著(P < 0.05)，品种间蛋白质的变异系数为 16.35%。

3.2. 淀粉含量测定与分析

淀粉是粮食中含量最多的营养成分,有文献指出小米中的碳水化合物(主要成分是淀粉)含量低于稻米、小麦和玉米,是糖尿病人理想的食物[8]。表 2 中显示,本次测定的 32 个品种谷子中淀粉含量在 55.75%~72.95%之间,平均值为 $(62.88 \pm 4.76)\%$,不同品种间存在显著性差异($P < 0.05$)。张卓敏,张洪微等人[9]在淀粉含量测定结果显示 6 种谷子淀粉含量在 65.33%~73.99%之间,与本次测定结果相近。本次测定结果中淀粉含量最高的品种为黄大穗,含量为 $(72.95 \pm 0.03)\%$,与其它品种差异显著($P < 0.05$)。品种间淀粉含量的变异系数为 7.57%。

3.3. 粗脂肪含量测定与分析

有文献表明,小米中粗脂肪中不饱和脂肪酸高达 85%,属于优质脂肪[10] [11]。同时,脂肪对小米品质影响较大,是影响小米香味的重要成分之一[12] [13]。梁克红等人[14]测定小米中的脂肪含量的变幅为 1.3%~4.39%。由表 2 可知,在 32 个受测品种中脂肪含量的变化范围为 1.52%~4.91%,平均值为 $(3.11 \pm 0.86)\%$,品种间变异系数为 27.64%。其中粗脂肪含量最高的品种是 91115,含量为 $(4.91 \pm 0.01)\%$,与其他品种存在显著差异($P < 0.05$)。

3.4. 灰分含量测定与分析

灰分是表征粮食作物中无机元素含量的重要指标,受种植地域影响较大。闫晨静、周茜等人[15]测定了冀产 11 种小米中灰分变化范围在 0.75%~1.70%之间。根据表 2 数据可知,本研究测定的 32 个小米品种的灰分含量平均值为 $(1.11 \pm 0.18)\%$,其中含量最小的是 4 月-64 含量为 $(0.79 \pm 0.01)\%$,最大的是鲁 7111 含量为 $(1.46 \pm 0.02)\%$ 。品种间差异显著($P < 0.05$),变异系数为 15.83%。

3.5. 粗纤维含量测定与分析

谷子中粗纤维含量丰富,是大米的 2.5 倍[16] [17]。闫晨静、周茜等人[15]测定得到冀产 11 种小米中粗纤维变化范围在 1.30%~3.55%之间。本次研究测定的数值范围较文献稍低,表 2 所示为 0.40%~2.19%,其中龙山红谷粗纤维含量最高为 $(2.19 \pm 0.06)\%$,且与其他品种差异显著($P < 0.05$)。品种间变异系数较大,为 51.15%。谷子粗纤维含量的差异受到预处理和测定方法的影响较大,同时有文献指出,地域因素对谷子品种粗纤维含量影响较大[14]。

4. 结论

谷子品种地区差异性较大,不仅相同品种不同种植地区谷子营养成分含量存在较大差异,同一地区不同品种谷子的营养成分含量差异可能也较大[18]。在河北省承德市河北民族师范学院冀北杂粮产业协同创新中心实验田种植的 100 个 DUS 谷子品种中只有 32 个品种能够保持良好的农艺性状。本次研究主要针对这 32 个谷子品种的蛋白质、淀粉、粗脂肪、灰分和粗纤维含量进行了测定和比较分析。蛋白质、淀粉、粗脂肪、灰分、粗纤维含量范围分别是 6.38%~14.52%、55.75%~72.95%、1.52%~4.91%、0.75%~1.70%、0.40%~2.19%。其中蛋白质、淀粉、粗脂肪和灰分含量与相关文献[7] [9] [14] [15]数据基本一致,个别品种高于其他文献数据;粗纤维含量可能受到预处理与测量方法和地域因素的影响稍低于其他文献[15]。本次测定分析显示,大部分品种间营养成分含量均呈现显著性差异($P < 0.05$),说明相同种植条件下,不同品种的谷子成熟后品质差异明显,但未发现有品种在五中主要营养成分中都具有明显优势,其中蛋白质含量最高的品种是朝鲜小黄谷,含量为 $(14.52 \pm 0.05)\%$;淀粉含量最高的品种是黄大穗,含量为 $(72.95 \pm 0.03)\%$;粗脂肪含量最高的品种是 91115,含量为 $(4.91 \pm 0.01)\%$;灰分含量最高的品种为鲁 7111,含量

为(1.46 ± 0.02)%；粗纤维含量最高的为龙山红谷，含量为(2.19 ± 0.06)%，与其他品种比较均具有显著性差异(P < 0.05)，可以为承德地区谷子育种研究提供优质亲本。

基金项目

河北省承德市科技局自筹项目：(201601A102)适合承德地区种植的高营养谷子品种的筛选；河北省高等学校科学技术研究项目：化学杀雄剂诱导谷子雄性不育法杂交育种。

参考文献

- [1] 李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 我国谷子产业现状发展趋势及对策建议[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(5):531-535.
- [2] 中华人民共和国农业农村部种植业管理司. 农作物数据库[DE/OL]. <http://202.127.42.157/maazzys/nongqing.aspx>, 2017-11-12.
- [3] 中国粟类作物网. 2017年5月全国主要谷子糜子品种价格监测数据[EB/OL]. <http://cnmillet.com/marketDetail.html?id=23D59598766A11E7982B00163E023D6A>, 2017-11-12.
- [4] 刘猛, 赵宇, 刘斐, 李顺国, 王桂荣, 张新仕. 河北省谷子种植区域变迁的影响因素分析[J]. 农学学报, 2012, 2(9): 59-67.
- [5] 郭晓冬, 李颖. 小米淀粉提取方法的比较[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(5): 26-29.
- [6] Olivieri, J. and Hauser, C. (1998) Anaphylaxis to Millet. *Allergy*, **53**, 109-110. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1998.tb03788.x>
- [7] 古世禄, 刘厦. 中国谷子蛋白质氨基酸组成的研究[J]. 华北农学报, 1989, 1(4): 8-15.
- [8] Wankhede, D.B., Shehnaj, A., Raghavendra Rao, M.R. (1979) Carbohydrate Composition of Finger Millet (*Eleusine coracana*) and Foxtail Millet (*Setaria italic*). *Plant Foods for Human Nutrition*, **28**, 293-303. <https://doi.org/10.1007/BF01095511>
- [9] 张卓敏, 张洪微, 左豫虎, 高玉荣, 崔素萍. 黑龙江省主栽小米营养成分分析[J]. 农产品加工, 2017, 441(10): 48-51.
- [10] 李国营. 谷子初级核心种质的品质性状及其遗传多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [11] Kim, J.Y., Jang, K.C., Park, B.R., et al. (2011) Physicochemical and Antioxidative Properties of Selected Barnyard Millet (*Echinochloa utilis*) Species in Korea. *Food Science and Biotechnology*, **20**, 461-469. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0064-z>
- [12] 郝志锋. 小米的价值及种植技术研究[J]. 科技与创新, 2014(9): 159-161.
- [13] Onabanjo, O.O., Sanni, S.A., Afolabi, W.A., et al. (2014) Lipid Composition of Some Commonly Consumed Traditional Nigerian Dishes. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, **27**, 367-376. <https://doi.org/10.1111/jhn.12157>
- [14] 梁克红, 朱大洲, 孙君茂. 品种与地域对小米营养品质的影响研究[J]. 食品工业, 2017, 38(4): 192-196.
- [15] 闫晨静, 周茜, 董小涵, 韩雪, 蔡东伟, 白冰瑶, 赵文. 冀产11种小米的营养成分分析及评价[J]. 营养学报, 2017, 39(3): 310-312.
- [16] Devi, P.B., Vijayabharathi, R., Sathyabama, S., et al. (2014) Health Benefits of Finger Miles (*Eleusine coracana* L.) Polyphenols and Diary Fiber: A Review. *Journal of Food Science and Technology*, **51**, 1021-1040. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0584-9>
- [17] 毛丽萍, 李凤翔, 杨玲存. 小米的营养价值和深加工[J]. 河北省科学院学报, 1997(2): 14-17.
- [18] 郑楠楠, 慕文涛, 王春玲, 负婷婷, 么杨, 任贵兴. 不同品种谷子营养成分及功能活性成分差异化分析[J]. 粮油食品科技, 2018, 26(2): 34-39.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org