



DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20230105

十二种有色糙米理化特性及食味品质的比较分析

任 亮¹, 王 芳¹, 朱 巍²

(1. 天津科技大学食品科学与工程学院, 天津 300457; 2. 天津天隆科技股份有限公司, 天津 300457)

摘 要: 为了探究不同品种糙米的理化特性及食味品质的差异,运用皮尔逊相关性分析法对 13 个指标之间的关系进行分析,采用主成分分析法对 12 种糙米的品质进行综合评价。结果表明:糙米的食味值与蛋白质含量、直链淀粉含量呈负相关($P<0.01$),硬度与直链淀粉含量呈正相关($P<0.05$),黏度与蛋白质含量、直链淀粉含量呈负相关($P<0.05$)。通过主成分分析确定了 3 种主成分,累计贡献率达到 88.50%,用这 3 个主成分评价不同糙米的品质。主成分 1 综合了质构指标,主成分 2 综合了理化指标,主成分 3 综合了食味值、蛋白质含量和水分含量这 3 个指标。根据各指标的贡献率及综合评分,12 种糙米的品质由高到低排名为津育粳 1(小粒米)、津育特 28(SF28)、津育特 1(SF1)、津育特 7(SF7)、津育特 20(SF20)、津特优 140(TD140)、津特优 1(TZ1)、津育特 39(SF39)、津特优 6(TZ6)、津特优 139(TD139)、津育特 8(SF8)、津育粳 2(降糖米)。本研究为优质糙米的筛选提供一定的理论依据。

关键词: 糙米; 理化特性; 食味品质; 相关性分析; 主成分分析

中图分类号: TS212.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2024)03-0015-06

Comparative Analysis of Physicochemical Characteristics and Taste Quality of Twelve Varieties of Colored Brown Rice

REN Liang¹, WANG Fang¹, ZHU Wei²

(1. College of Food Science and Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China;

2. Tianjin Tianlong Technology Co., Ltd., Tianjin 300457, China)

Abstract: To investigate the differences in physicochemical characteristics and taste quality of different varieties of brown rice, Pearson correlation analysis was applied to describing the relationships among 13 indicators, and principal component analysis was used to comprehensively evaluate the quality of 12 varieties of brown rice. The results showed that the taste value of brown rice was negatively correlated with the content of protein and straight-chain starch ($P<0.01$), hardness was positively correlated with straight-chain starch ($P<0.05$), and viscosity was negatively correlated with the content of protein and straight-chain amylose ($P<0.05$). The principal component analysis identified three principal components with a cumulative contribution of 88.50%, so the quality of different brown rice could be evaluated by these three principal components. Principal component 1 integrated the texture indexes; principal component 2 integrated the physicochemical indexes; and principal component 3 integrated the three indexes of taste value, protein and moisture. Based on the contribution of each index and the overall score, the 12 types of brown rice were ranked in terms of quality as Jinyujing1 (small grain rice), Jinyute28 (SF28), Jinyute1 (SF1), Jinyute7 (SF7), Jinyute20 (SF20), Jinteyou140 (TD140), Jinteyou1 (TZ1), Jinyute39 (SF39), Jinteyou6 (TZ6), Jinteyou139 (TD139), Jinyute8 (SF8) and Jinyujing2 (sugar-reduced rice). This study has provided a theoretical basis for the screening of high-quality brown rice.

Key words: brown rice; physicochemical characteristics; taste quality; correlation analysis; principal component analysis

引文格式:

任亮,王芳,朱巍. 十二种有色糙米理化特性及食味品质的比较分析[J]. 天津科技大学学报, 2024, 39(3): 15–20.

收稿日期: 2023–05–08; 修回日期: 2023–07–07

作者简介: 任 亮 (1992—), 男, 宁夏人, 硕士研究生; 通信作者: 王 芳, 副教授, wangfang@tust.edu.cn

REN L, WANG F, ZHU W. Comparative analysis of physicochemical characteristics and taste quality of twelve varieties of colored brown rice[J]. Journal of Tianjin university of science & technology, 2024, 39(3): 15–20.

糙米是稻谷脱去稻壳后,由米糠层、胚乳和胚芽三部分组成的颖果。现代营养研究表明,与精白米不同,糙米的米糠层中含有膳食纤维、米糠多糖、 γ -谷维素等,可以预防糖尿病^[1]、心脑血管病^[2]和肥胖症^[3]等疾病。由于糙米的口感较差,导致人们的接受程度低,因此寻求改善糙米食味品质的方法成为亟须解决的难题,而解决这一难题的前提需要明确影响食味品质的因素。食味品质是衡量大米优劣的重要指标。大米的成分组成、分子结构和煮制过程是影响其食味品质的关键因素,基于改善大米食味品质的研究也大多围绕这些因素开展。研究^[4]表明糙米的遗传基因及化学成分对其食味特性存在显著影响。醇溶蛋白对半糯型粳稻的食味品质的负面影响最大^[5]。支链淀粉通过阻碍淀粉重排,使米饭的黏性增加,从而影响食味品质^[6]。粒宽与黏度、食味值呈负相关,长宽比与米饭黏度呈正相关^[7]。目前,食味品质与稻谷品种和理化指标关系的研究都集中在精白米^[7-10],糙米的食味品质与品种及理化指标之间的关系有待进一步研究。

本研究选取 12 种不同品种稻谷脱壳得到的糙米,通过对它们的水分含量、蛋白质含量、直链淀粉含量和脂肪酸含量等理化指标以及食味值、外观、硬度、黏度和平衡度等食味品质进行测定并比较分析,利用相关性分析和主成分分析进一步探究各指标之间的关系以及 12 种糙米综合指标的得分,旨在筛选出品质较优的糙米品种,为后期配方米的研发和食味品质的改善提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验原料

实验稻米共 12 种,分别为津育特 1(SF1)、津育特 7(SF7)、津育特 8(SF8)、津育特 20(SF20)、津育特 28(SF28)、津育特 39(SF39)、津特优 1(TZ1)、津特优 6(TZ6)、津特优 139(TD139)、津特优 140(TD140)、津育粳 2(降糖米)和津育粳 1(小粒米),均为国家粳稻工程技术中心试验田种植,种植地点为天津市滨海新区第十二大街试验基地,种植时间为 2019 年正季。12 份样本在同一田块种植,品种均为稳定品种,加代至少 5 代以上,样品种植面积 2 平方米,共 20 株,取样具有代表性。种植条件相同,

温度、水分均保持一致,属同一地点相同环境种植。稻谷成熟后,使用砻谷机对稻谷进行脱壳处理,得到粗糙米,4℃冰柜冷藏待测。

1.2 仪器与设备

NAJLG-2058 型砻谷机,上海农奥仪器有限公司;STA1A 型米饭食味计,日本佐竹公司;KDN-520 型全自动凯氏定氮仪,苏量仪器科技(苏州)有限公司;40FC691 型苏泊尔小快电饭煲,浙江苏泊尔股份有限公司;ICE3500 型原子吸收光谱仪,美国 Thermo Fisher 科技公司。

1.3 方法

1.3.1 样品的制备

脱壳后的糙米进行二次筛选,除去杂质和不完整米粒后得到净糙米,用于理化指标测定。称取 100 g 不同品种的净糙米放入电饭煲中,加入去离子水(水与米的质量比为 1.0:1.2),浸泡 10 min 后开启蒸煮按钮,蒸煮结束后在室温下冷却 20 min。称取(8.0±0.1)g 糙米饭样品置于测量容器内测定食味品质。

1.3.2 糙米的理化性质测定

蛋白质含量根据 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中的方法进行测定;水分含量按照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的直接干燥法进行测定;直链淀粉含量参照 GB/T 15683—2008《大米 直链淀粉含量的测定》中的方法进行测定;脂肪酸值按照 NY/T 2333—2013《粮食、油料检验脂肪酸值测定》中的方法进行测定。

Ca、Mg、Fe、Zn 含量分别按照 GB 5009.92—2016《食品安全国家标准 食品中钙的测定》、GB 5009.241—2017《食品安全国家标准 食品中镁的测定》、GB 5009.90—2016《食品安全国家标准 食品中铁的测定》和 GB 5009.14—2017《食品安全国家标准 食品中锌的测定》中的方法进行测定。

1.3.3 糙米的食味品质测定

采用 STA1A 型米饭食味计测定糙米饭(熟米)的食味值、外观、硬度、黏度和平衡度。

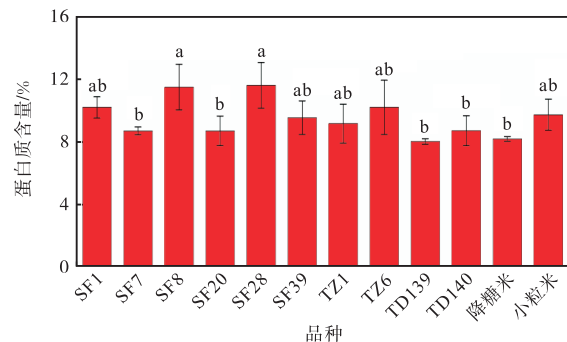
1.4 数据处理

所有数据均使用 Excel 2019 进行分析,结果以“平均值±标准偏差”表示。使用 SPSS 17.0 进行差异显著性分析和主成分分析,不同小写字母表示该指标在不同品种间具有显著差异($P<0.05$)。

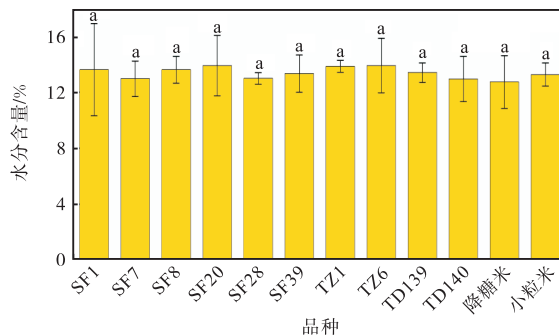
2 结果与分析

2.1 不同品种糙米的理化性质比较

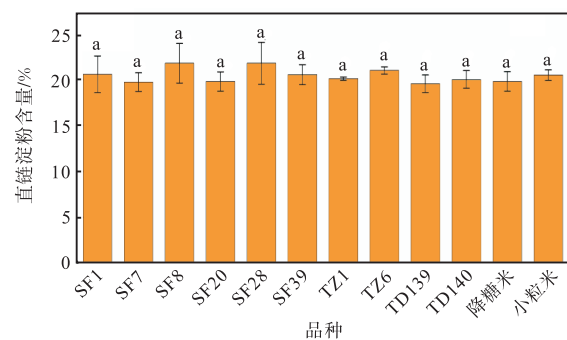
不同糙米的蛋白质、水分、直链淀粉和脂肪酸含量比较如图 1 所示。由图 1(a)可知, 稻谷品种对糙米



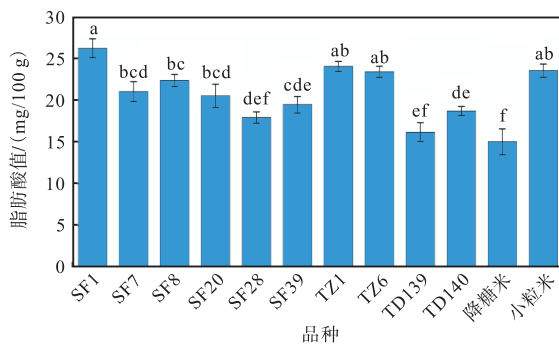
(a) 蛋白质



(b) 水分



(c) 直链淀粉



(d) 脂肪酸

图 1 不同糙米的蛋白质、水分、直链淀粉和脂肪酸含量比较

Fig. 1 Comparison of protein, water, amylose and fatty acid contents of different brown rice

由图 1(b)可知, 12 种糙米的水分含量无显著差异 ($P > 0.05$), 且均低于 14%, 符合我国相关标准中对稻谷水分的要求。直链淀粉的含量会影响米饭的口感^[13], 含量越高口感越差。从图 1(c)中可以看出, 12 种糙米的直链淀粉含量在 19% ~ 22% 之间, 高于已有研究中糙米的直链淀粉含量^[13-14]。

脂肪酸含量是评价糙米新鲜程度和储藏品质的重要指标^[15]。由于米粒在失去外壳保护后, 米粒中的脂类物质易被空气氧化, 生成游离脂肪酸, 大幅降低糙米的品质, 因此我国规定稻谷的脂肪酸值 (KOH) 不得超过 25 mg/100 g^[13]。由图 1(d)可知, 本研究选取的 12 种糙米中, 只有 SF1 的脂肪酸值超过 25 mg/100 g, 贮藏性能较其他品种差一些。

12 种糙米中对人体有益的 4 种元素的含量比较见表 1。12 种糙米中 Ca 含量最高的是小粒米, 其余 11 个品种间无显著差异 ($P > 0.05$)。小粒米的 Mg 含

蛋白质含量有一定的影响。品种 SF8、SF28 与 SF7、SF20、TD139、TD140 和降糖米间存在显著差异 ($P < 0.05$)。糙米中的蛋白质占比在 8% 左右^[11-12], 12 个样本中蛋白质含量最高的是 SF28, 为 11.61%, 最低的是 TD139, 为 8.03%。

量显著 ($P < 0.05$) 高于 SF7、SF8、SF28 和 SF39。12 个样本的 Fe 含量差距较大, 而含量最高的是小粒米, 最低的是 SF28。12 种糙米的 Zn 含量在 11.50 ~ 17.91 $\mu\text{g/g}$ 之间。

表 1 不同糙米的元素含量

Tab. 1 Element contents of different brown rice

品种	Ca/(mg·g ⁻¹)	Mg/(mg·g ⁻¹)	Fe/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Zn/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
SF1	0.10 ± 0.02 ^b	1.14 ± 0.02 ^{ab}	34.96 ± 1.44 ^b	15.45 ± 0.60 ^{abc}
SF7	0.10 ± 0.02 ^b	0.98 ± 0.08 ^b	23.13 ± 1.61 ^{cde}	14.98 ± 1.38 ^{abc}
SF8	0.09 ± 0.01 ^b	0.97 ± 0.12 ^b	22.19 ± 1.77 ^{de}	15.68 ± 1.57 ^{ab}
SF20	0.13 ± 0.02 ^b	1.09 ± 0.12 ^{ab}	26.79 ± 1.10 ^{cd}	12.94 ± 0.14 ^{bc}
SF28	0.09 ± 0.02 ^b	0.91 ± 0.03 ^b	11.94 ± 1.11 ^g	12.36 ± 0.61 ^{bc}
SF39	0.10 ± 0.03 ^b	0.82 ± 0.10 ^b	19.47 ± 2.02 ^{ef}	14.62 ± 0.87 ^{abc}
TZ1	0.13 ± 0.02 ^b	1.24 ± 0.21 ^{ab}	16.83 ± 0.67 ^f	17.91 ± 1.38 ^a
TZ6	0.16 ± 0.02 ^b	1.15 ± 0.10 ^{ab}	23.88 ± 1.23 ^{cde}	16.16 ± 0.28 ^{ab}
TD139	0.11 ± 0.02 ^b	1.09 ± 0.11 ^{ab}	27.82 ± 1.97 ^c	12.96 ± 1.35 ^{bc}
TD140	0.13 ± 0.01 ^b	1.02 ± 0.03 ^{ab}	20.95 ± 1.10 ^{ef}	15.62 ± 0.88 ^{ab}
降糖米	0.09 ± 0.00 ^b	1.05 ± 0.06 ^{ab}	23.90 ± 1.14 ^{cde}	11.50 ± 0.76 ^c
小粒米	0.23 ± 0.04 ^a	1.41 ± 0.16 ^a	47.63 ± 2.34 ^a	15.01 ± 1.51 ^{abc}

王艳等^[16]研究中所用糙米的 Ca、Mg、Fe、Zn 含量分别为 102.5 μg/g、1 245.5 μg/g、9.58 μg/g、21.14 μg/g, 本文选取的 12 个样本测得的 Ca、Mg 含量与之相比差别不大, Fe 含量普遍高一些, 而 12 个品种糙米的 Zn 含量均低于王艳等^[16]所用糙米。

2.2 不同品种糙米的食味品质比较

食味值是在米的外观、硬度、黏度和味道等指标上, 模拟人体感官对米饭的综合评价^[17]。食味值越高, 说明米饭口感越好。刘姣等^[7]研究中所用的 22 种精米的食味值在 60~78 分之间, 姜平等^[8]研究中所

用的 11 种精米的食味值在 67~83 分之间, 陈冰洁等^[18]研究的上海稻区 8 种糙米的食味值在 80 分左右, 陈坤杰等^[17]研究中所用的南粳 9108 稻米和糙米的食味值均略微高于 80 分。本研究选取的 12 种糙米的外观、硬度和黏度等存在一定差异, 因此糙米的食味值也存在一定的差异(表 2)。12 种糙米中食味值最高的是 TD139, 其余由高到低依次为降糖米、SF1、SF7、SF20、TD140、SF39、TZ1、SF8、SF28、小粒米和 TZ6。

表 2 不同品种糙米的食味品质
Tab. 2 Taste quality of different varieties of brown rice

品种	指标/分				
	食味值	外观	硬度	黏度	平衡度
SF1	44.5 ± 2.1 ^b	3.75 ± 0.21 ^b	2.57 ± 0.54 ^c	0.37 ± 0.10 ^{abc}	0.15 ± 0.01 ^{ab}
SF7	43.0 ± 1.4 ^b	3.35 ± 0.21 ^c	5.32 ± 1.06 ^{abc}	0.30 ± 0.01 ^{bc}	0.06 ± 0.01 ^c
SF8	30.0 ± 0.0 ^c	0.20 ± 0.00 ^f	8.34 ± 3.21 ^{ab}	0.02 ± 0.03 ^c	0.01 ± 0.01 ^d
SF20	41.5 ± 0.7 ^b	3.20 ± 0.14 ^c	4.96 ± 0.54 ^{abc}	0.78 ± 0.21 ^a	0.16 ± 0.02 ^a
SF28	30.0 ± 0.0 ^c	0.20 ± 0.00 ^f	8.76 ± 0.07 ^a	0.03 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^d
SF39	35.5 ± 0.7 ^{cd}	2.35 ± 0.07 ^d	5.59 ± 0.02 ^{abc}	0.63 ± 0.00 ^{ab}	0.11 ± 0.00 ^{abc}
TZ1	34.0 ± 1.4 ^d	2.15 ± 0.21 ^d	5.45 ± 0.42 ^{abc}	0.75 ± 0.15 ^a	0.14 ± 0.04 ^{ab}
TZ6	30.0 ± 0.0 ^c	0.20 ± 0.00 ^f	4.53 ± 0.13 ^{bc}	0.51 ± 0.04 ^{ab}	0.11 ± 0.00 ^{abc}
TD139	48.5 ± 0.7 ^a	4.25 ± 0.07 ^a	5.49 ± 0.44 ^{abc}	0.36 ± 0.06 ^{abc}	0.07 ± 0.01 ^c
TD140	37.5 ± 0.7 ^c	2.45 ± 0.07 ^d	5.73 ± 0.52 ^{abc}	0.50 ± 0.20 ^{ab}	0.09 ± 0.03 ^{bc}
降糖米	47.5 ± 0.7 ^a	4.00 ± 0.14 ^{ab}	4.15 ± 0.06 ^{bc}	0.70 ± 0.04 ^{ab}	0.17 ± 0.01 ^a
小粒米	30.0 ± 0.0 ^c	0.75 ± 0.07 ^c	4.18 ± 1.13 ^{bc}	0.57 ± 0.16 ^{ab}	0.14 ± 0.00 ^{ab}

注:平衡度是黏度与硬度的比值。

2.3 糙米的理化性质对食味品质的影响

2.3.1 理化性质与食味品质的相关性分析

为了研究糙米理化性质和食味品质之间的相关性, 进行皮尔逊相关系数分析。糙米的理化性质与食味品质的相关性分析如图 2 所示, 其中*表示 $P < 0.05$, **表示 $P < 0.01$ 。

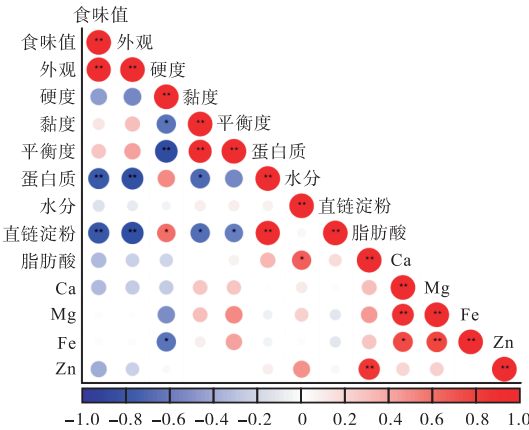


图 2 糙米的理化性质与食味品质的相关性分析

Fig. 2 Correlation analysis between physicochemical properties and taste quality of brown rice

由图 2 可知, 食味值与外观呈正相关($P < 0.01$), 与蛋白质、直链淀粉的含量呈负相关($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.969、-0.743 和 -0.764。外观与蛋白质、直链淀粉含量呈负相关($P < 0.01$), 相关系数为 -0.802 和 -0.839。硬度与黏度、Fe 含量呈负相关($P < 0.05$), 与直链淀粉含量呈正相关($P < 0.05$)。黏度与蛋白质含量、直链淀粉含量呈负相关($P < 0.05$), 相关系数分别为 -0.666 和 -0.656。蛋白质含量与直链淀粉含量呈正相关($P < 0.01$), 相关系数为 0.981。脂肪酸含量与水分含量、Zn 含量呈正相关($P < 0.05$)。Ca、Mg、Fe 三种元素之间彼此呈正相关($P < 0.05$)。

糙米中蛋白质大多存在于米糠层和胚乳层^[19], 研究^[20]表明蛋白质含量的增加, 有益于米饭香气的形成, 但由于蛋白质与直链淀粉之间的相互作用^[21-22], 降低了淀粉的糊化程度, 导致蒸出来的米饭硬度大、黏度低, 食味品质差^[23]。直链淀粉长链多, 易于与脂质^[24]、蛋白质结合, 阻碍蒸煮时水分的吸收, 抑制淀粉的糊化, 从而使米饭的食味品质变差。因此, 蛋白质含量、直链淀粉含量与米饭的食味值、

黏度呈负相关^[7,25],与硬度呈正相关^[4,26]。

2.3.2 不同品种糙米的主成分分析

通过主成分分析,对不同品种糙米的品质指标进行综合评价。首先对原来 13 个指标进行标准化后,利用 SPSS 软件求出相关矩阵和解释的总方差,再根据因子得分和特征值等计算综合得分^[8]。碎石图如图 3 所示,主成分的特征值及贡献率见表 3,主成分在各指标上的系数见表 4。由图 3 可知,用于不同品种糙米主成分提取的品质指标有 12 个,分别为食味值(X_1)、外观(X_2)、硬度(X_3)、黏度(X_4)、平衡度(X_5)、蛋白质含量(X_6)、水分含量(X_7)、直链淀粉含量(X_8)、脂肪酸含量(X_9)、Ca 含量(X_{10})、Mg 含量(X_{11})、Fe 含量(X_{12})。由表 3 可知,前 3 个主成分(F_1 、 F_2 、 F_3)的特征值均大于 1,且累计贡献率达到 81.45%,可以反映糙米品质指标的大部分信息,即可以用这 3 个主成分评价不同品种糙米的品质。

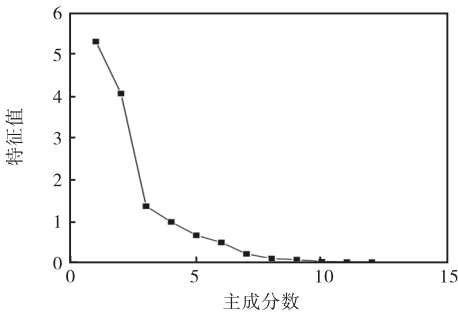


图 3 碎石图
Fig. 3 Scree plot

表 3 主成分的特征值及贡献率

Tab. 3 Eigenvalues and contribution rates of principal components

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	5.247 73	40.37	40.37
2	4.010 87	30.85	71.22
3	1.330 27	10.23	81.45

表 4 主成分在各指标上的系数

Tab. 4 Principal component coefficients for each indicator

指标	F_1 系数	F_2 系数	F_3 系数
X_1	+0.578 97	+0.615 26	+0.790 27
X_2	+0.184 22	-0.733 63	+0.187 98
X_3	-1.860 83	+0.198 79	+0.292 8
X_4	+0.880 94	+0.028 31	+0.471 51
X_5	-2.008 66	-0.871 43	-0.850 22
X_6	-0.161 75	-0.492 49	+0.712 2
X_7	+0.281 4	+0.963 05	+1.605 9
X_8	-0.383 92	+1.255 3	+0.366 95
X_9	+0.723 5	-1.042 73	-0.358 6
X_{10}	+0.129 61	-0.398 10	-0.148 07
X_{11}	+1.153 9	-1.370 17	-0.753 32
X_{12}	+0.482 62	+1.847 86	-2.317 41

由表 3 和表 4 可知,主成分 1 的特征值为 5.25,贡献率为 40.37%,包含硬度、黏度、平衡度等质构指标;主成分 2 的特征值为 4.01,贡献率为 30.85%,主要包含外观、直链淀粉含量、脂肪酸含量、Ca 含量、Mg 含量、Fe 含量等理化指标;主成分 3 的特征值为 1.33,贡献率为 10.23%,包含食味值、蛋白质含量、水分含量。

12 种糙米综合指标的各主成分得分、综合得分(F)和排名情况见表 5。12 种糙米的品质从高到低的排名是小粒米、SF28、SF1、SF7、SF20、TD140、TZ1、SF39、TZ6、TD139、SF8、降糖米。

表 5 不同糙米在主成分上的得分、综合得分以及排名
Tab. 5 Scores, overall scores and rankings of different brown rice in principal ingredients

品种	F_1	F_2	F_3	F	排名
SF1	1.534 11	6.902 04	5.792 05	3.341 12	3
SF7	-3.082 44	-3.434 06	-3.592 22	-2.671 28	4
SF8	-1.983 50	-0.398 52	-1.161 04	-1.042 46	11
SF20	3.291 93	2.119 41	3.810 06	2.372 56	5
SF28	-4.194 28	-5.886 30	-6.951 16	-4.220 26	2
SF39	-1.534 39	-3.795 69	-2.685 59	-2.065 14	8
TZ1	3.791 47	1.671 36	1.343 74	2.183 69	7
TZ6	0.626 37	2.563 52	2.289 05	1.277 88	9
TD139	-1.604 18	-1.382 27	-0.138 94	-1.088 25	10
TD140	-1.522 57	-3.895 67	-3.852 90	-2.210 63	6
降糖米	0.425 32	-2.975 60	-2.174 89	-0.968 76	12
小粒米	4.252 17	8.511 79	7.321 84	5.091 52	1

3 结 论

针对 12 种糙米理化性质和食味品质的测定结果进行分析比较,并结合相关性分析和主成分分析深层次探讨各指标之间的关系以及对于糙米综合品质的贡献率。

(1) 12 种糙米的水分和直链淀粉含量无显著差异($P>0.05$)。蛋白质含量最高的是 SF28,最低的是 TD139。脂肪酸含量除 SF1 外其余 11 种均符合国家标准。小粒米的 Ca、Mg、Fe 含量在 12 种糙米中都是最高的。

(2) 12 种糙米的食味值从高到低依次是 TD139、降糖米、SF1、SF7、SF20、TD140、SF39、TZ1、SF8、SF28、小粒米和 TZ6。

(3) 糙米的食味值与蛋白质、直链淀粉含量呈负相关($P<0.01$)。外观与蛋白质、直链淀粉含量呈负相关($P<0.01$)。硬度与直链淀粉含量呈正相关($P<0.05$)。黏度与蛋白质含量、直链淀粉含量呈负相关($P<0.05$)。通过主成分分析确定了 3 种最能代表糙

米品质的主成分,其累计贡献率达到 81.45%。主成分 1 主要包含硬度、黏度、平衡度等质构指标;主成分 2 主要包含外观、直链淀粉含量、脂肪酸含量、Ca 含量、Mg 含量、Fe 含量等理化指标;主成分 3 包含食味值、蛋白质含量和水分含量。

12 种糙米综合品质高低排名为小粒米、SF28、SF1、SF7、SF20、TD140、TZ1、SF39、TZ6、TD139、SF8、降糖米。后续研究将在此基础上研究烹饪方式对糙米食用品质的影响,以及进行营养价值高、适口性强的配方米的研发。

参考文献:

- [1] 娄鑫玲,范志红. 米饭饮食与血糖控制[J]. 中国粮油学报,2022,37(12):269-276.
- [2] 杨玉民,宋善武,张亮,等. 我国糙米食品的研究现状与发展趋势[J]. 食品科技,2018,43(7):174-180.
- [3] SATO T, NAKAJIMA M, TAKEISHI Y, et al. Effect of brown rice intake on obese people with exercise habits[J]. Clinical nutrition ESPEN, 2021, 46: S699.
- [4] MA Z H, WANG Y B, CHENG H T, et al. Biochemical composition distribution in different grain layers is associated with the edible quality of rice cultivars[J]. Food chemistry, 2020, 311: 125896.
- [5] 姚姝,赵春芳,陈涛,等. 低谷蛋白半糯型粳稻营养品质与蒸煮食味品质特征分析[J]. 中国水稻科学, 2023, 37(2): 178-188.
- [6] 林雪燕,王芳,王汝华,等. 稻米食味品质的研究进展[J]. 粮食与油脂,2022,35(5):4-6.
- [7] 刘姣,王婧,李妍依,等. 不同粒型吉林粳稻食味品质及质构特性比较分析[J]. 中国稻米,2022,28(4):44-49.
- [8] 姜平,许柠,马占倩,等. 稻米理化、食味品质指标与米饭质构品质相关性分析[J]. 中国食品学报,2022,22(6):323-332.
- [9] 王冬翼,石正平,李逸龙,等. 关于影响稻米食味品质的因素分析[J]. 上海农业科技,2022(2):25-26.
- [10] 毕文雅,魏雷,石天玉. 不同变温干燥工艺对稻谷加工及食味品质的影响[J]. 粮食与油脂,2022,35(1):21-24.
- [11] 于巍,周坚,徐群英,等. 糙米与精米的营养价值与质构特性比较研究[J]. 食品科学,2010,31(9):95-98.
- [12] 刘艳香,关丽娜,孙莹,等. 易煮全谷物糙米加工技术研究进展[J]. 食品科学技术学报,2021,39(4):139-147.
- [13] 张雪梅,张玲,高飞虎,等. 储藏温度对渝香 203 糙米品质的影响研究[J]. 中国粮油学报,2023,38(4):15-23.
- [14] 吕呈蔚,岳玉兰,王政,等. 糙米营养价值及加工技术研究进展[J]. 粮油食品科技,2020,28(6):140-144.
- [15] 张永辉,何思雨,王倩,等. 谷外糙米含量在储藏过程中对稻谷品质的影响[J]. 现代食品,2022,28(13):153-155.
- [16] 王艳,兰向东,陈钊,等. 糙米、胚芽米和精白米营养成分分析[J]. 食品科技,2016,41(11):156-159.
- [17] 陈坤杰,梁静,蒋维银,等. 储藏温度与初始含水率对稻谷和糙米食用品质的影响[J]. 农业机械学报,2022,53(9):390-398.
- [18] 陈冰洁,乔勇进,曹黎明,等. 8 种上海地产糙米的食用品质比较分析[J]. 中国粮油学报,2020,35(10):23-28.
- [19] 张栋昊,蔡妍培,劳菲,等. 大米蛋白质与米饭食味品质关联性研究进展[J]. 食品科学,2023,44(9):270-277.
- [20] ARSA S, PUECHKAMUTR Y. Pyrazine yield and functional properties of rice bran protein hydrolysate formed by the Maillard reaction at varying pH[J]. Journal of food science and technology, 2022, 59(3):890-897.
- [21] LIU K L, ZHENG J B, CHEN F S. Relationships between degree of milling and loss of vitamin B, minerals, and change in amino acid composition of brown rice[J]. LWT-Food science and technology, 2017, 82:429-436.
- [22] 王翠玲,戴常军,王晶,等. 国内外优质粳稻品种品质分析[J]. 中国稻米,2022,28(4):27-29.
- [23] SINGH N, PAL N, MAHAJAN G, et al. Rice grain and starch properties: effects of nitrogen fertilizer application[J]. Carbohydrate polymers, 2011, 86(1):219-225.
- [24] 张敏,张馥淳,黄礼荣,等. 影响大米品质的内在因素研究[J]. 现代面粉工业,2019,33(6):27-30.
- [25] 李冬梅,王洪露,龚瑶,等. 糜子直链淀粉、蛋白质含量对其外观品质及食味品质的影响[J]. 食品科学,2023,44(4):115-121.
- [26] TRAN N A, DAYGON V D, RESURRECCION A P, et al. A single nucleotide polymorphism in the waxy gene explains a significant component of gel consistency[J]. Theoretical and applied genetics, 2011, 123(4):519-525.

责任编辑:郎婧