

基于模糊数学综合评价方法的马铃薯工程米适口性研究

苑鹏¹,段盛林^{1*},欧阳道福²,刘士伟¹,刘义凤¹,刘亚旭¹,杜玉兰²,喻勤²,严建刚²,王玺¹

1(中国食品发酵工业研究院有限公司,北京,100015) 2(完美(中国)有限公司,广东 中山,528402)

摘 要 以籼米、粳米和通过挤压重组的马铃薯工程米为研究对象,采用组合赋权法及模糊数学综合评价结合质构仪分析技术,对马铃薯工程米的口感品质进行比较分析,建立1种马铃薯工程米口感品质评价的方法。结果表明:通过组合赋值法,在大米的气味、外观、适口性和滋味这些感官指标中,适口性的权重最大为0.279,外观的权重最小为0.178,符合人们的一般认识。通过对大米的硬度、弹性和咀嚼度等客观指标归一化处理后进行权重分析,根据模糊数学来划分评价指标评语集,创建隶属函数,得出大米质量的评价指标集及评语集,可确定待测目标的等级和优劣情况。

关键词 模糊数学;马铃薯;工程米;适口性

随着人们对功能食品更深地了解与对健康的进一步关注,国际、国内市场对“多样化、营养、健康、安全、方便”的粮食类健康食品的需求日渐增强,对主粮食品的研究与深度开发引起了世界关注。马铃薯是排名第四的粮食作物,在我国种植已有400多年的历史。2012年初,工业和信息化部发布了《马铃薯加工业“十二五”发展规划》;2013年,农业部提出实施马铃薯主食产品及产业开发发展战略,其中明确提出为推进农业供给侧结构性改革,转变农业发展方式,加快农业转型升级,把马铃薯作为主粮产品进行产业化开发,以营养功能为重点,引导居民消费主食产品。

在国家大力倡导使用马铃薯粉制成其他食品形式的号召下,通过挤压重组得到马铃薯工程米是实现这一策略的良好途径^[1]。马铃薯工程米作为米状主食的消费形式,具备同大米一样的加工和食用方式,并不改变我国人群的主食消费习惯和饮食文化。马铃薯工程米与普通大米相比其血糖生成指数(GI)值低,微量元素丰富,营养价值高,膳食结构可调,更适合开展营养干预,比如给糖尿病人群、肥胖人群食用等。马铃薯工程米能起到防控慢病的作用,不仅有助于慢病人群开展食疗,提高生活品质,更能减轻国家医疗负担。然而迄今没有系统的评价杂粮加工食品中马铃薯工程米的体系,因此建立马铃薯工程米的适

口性评价体系,评价其与普通大米的适口差异性显得尤为重要^[2]。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

样品:1号为籼米,2号粳米,均为超市中采购的普通大米;3号为含有5%马铃薯全粉的工程米,4号为含有10%马铃薯全粉的工程米,5号为含有15%马铃薯全粉的工程米,6号为含有20%马铃薯全粉的工程米。以上4种马铃薯工程米的配方和工艺见表1。

设备:物理特性测定仪 TA-XT2i, Stable Micro Systems, Reading UK。

1.2 试验方法

1.2.1 米饭的制备

米饭和工程米样品的制作方法、流程及要点如图1所示。

1.2.2 大米和工程米的蒸煮食用品质感官评价

根据国家标准 GB/T 15682-2008,品评人员对米饭的外观、气味、滋味、适口性(包括黏性、弹性、软硬度)进行评定,以10分制填写评分。

1.2.3 质构仪测定参数的确定

通过采用表中不同的检测探头、压缩比、压缩速率及不同的取样方式,对米饭的质构特性指标(硬度、弹性、适口性)进行测定,比较所测指标与感官指标的相关性及同品种大米的重复性,得到最优的压缩检测探头、压缩比、压缩速率^[3]。表2给出了质构特性指标的测定数据。

第一作者:博士,高级工程师(段盛林教授级高级工程师为通讯作者,E-mail: dslbeijing@163.com)。

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0401303);北京市科技计划(D171100001917003)

收稿日期:2018-01-05 改回日期:2018-05-11

表 1 四种马铃薯工程米的配方

Table 1 Four kinds of potato engineering rice formula

产品	3 号	比例/%	4 号	比例/%	5 号	比例/%	6 号	比例/%
基料	低粘米粉	75	低粘米粉	70	低粘米粉	65	低粘米粉	60
	菊粉	7	菊粉	7	菊粉	7	菊粉	7
	魔芋胶	3	魔芋胶	3	魔芋胶	3	魔芋胶	3
功能因子	玉米肽	1	玉米肽	1	玉米肽	1	玉米肽	1
	马铃薯全粉	5	马铃薯全粉	10	马铃薯全粉	15	马铃薯全粉	20
	南瓜粉	4	南瓜粉	4	南瓜粉	4	南瓜粉	4
辅料	大豆分离蛋白	5	大豆分离蛋白	5	大豆分离蛋白	5	大豆分离蛋白	5

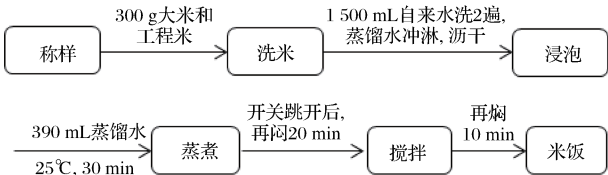


图 1 米饭样品的制作方法流程

Fig. 1 The method of making rice samples

质构测定方法:直接取样法:将煮熟的约 50 g 米饭盛入玻璃器皿中,温度在 40 ~ 65 ℃ 之间,每 6 min 测 1 次。冷却整盒法:米饭冷却 1 h 后,取约 50 g 放入玻璃器皿中进行质构测定。冷却散粒法:冷却 1 h 后,经四分法取 3 粒米饭进行质构测定,结果见表 2。

表 2 质构仪的测定参数

Table 2 Determination parameters of texture analyzer

检测探头	压缩比	压缩速率	取样方式
6	40	10	直接取样法
18	60	20	冷却整盒法
36	80	30	冷却散粒法

1.2.4 米饭质构特性指标的测定

米饭的质构指标(硬度、黏性、弹性、内聚性、黏聚性、适口性)等用质构仪来测定。

1.3 统计方法

为减小主观性,采用组合赋权法对评价指标分配权重,再用模糊数学综合评价法计算综合评价值,使综合评价值的科学性得到提高,为米质量进一步客观评价提供依据^[4]。

2 结果与分析

2.1 质构仪测定参数的确定

质构仪进行测试时,由于压缩探头型号的不同,被测样品在探头压缩的过程中所受力也不同,因此,应该根据被测样品及测试方式来选择合适的探头^[5]。探头的测定结果如表 3 所示。

表 3 质构仪检测探头的测定结果

Table 3 Determination results of probe for texture analyzer

探头/mm	硬度/g	弹性/%	适口性/J
6	0.8	0.7	1.3
18	0.5	0.3	0.9
36	1.1	0.6	1.6

结果显示:采用 $\phi 18$ mm 圆柱形检测探头、60% 的压缩比,测定质构指标与米饭感官评价的指标和综合评分具有显著相关性,测定指标的变异系数最小,稳定性也最优。所以选用 $\phi 18$ mm 的探头,20 mm/min 的压缩速率,60% 的压缩比进行后面的实验。米饭测定时取样方式对质构特性测定结果重现性有一定的影响。因此,米饭质构特性测试的关键是选用合理的米饭取样方式。直接取样法测定质构特性(硬度、弹性、适口性)与米饭感官评价指标的综合评分具有显著相关性^[6-8]。

2.2 权重的建立

2.2.1 感官指标权重的建立

主观评价法,首先归一化处理每位专家的评分值,归一化的公式为:

$$Y_i = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^4 X_i} \tag{1}$$

式中: Y_i 为样品归一化值; X_i 为专家对样品某指标评分值。

求不同专家对不同样品的各项评分的均值和标准差,大米 4 个指标的主观权重即为专家对每个样品的归一化值^[9],如表 4 所示。

表 4 四个指标的主观权重

Table 4 Subjective weight of four indexes

气味	外观	适口性	滋味
0.251	0.254	0.245	0.250

经过计算,外观所占的权重最大,滋味与气味接近。对样品感官评定结果见表 5。

结果反映人们很重视米饭样品的外观,但产品的质量是由内外共同决定的,要全面反映产品的品质需要主客观的结合。

各专家对某指标的总均值为主观权重,各专家对某指标的归一化值为客观权重,将主客观权重相结合的方法即组合赋权法。

表5中*V*为标准差除以均值,归一化处理就得到样品每个指标的客观权重*K_i*(结果见表5),即,

$$V_i = \sqrt{S_{ji}}/X, K_i = V_i / \sum_{j=1}^6 V_i \quad (i = 1,2,3,4) \quad (2)$$

根据各专家对6个样品4项指标的均值得出大

米的气味、外观、适口性和滋味的客观权重分别为0.295、0.188、0.307和0.289。

设指标*X_i*的主观赋权结果是α_{*i*},客观赋权结果是β_{*i*},那么主客观赋权结果即是α_{*i*}β_{*i*},将它们归一化处理得到组合权重为

$$\omega_i = \alpha_i \beta_i / \sum_{i=1}^4 \alpha_i \beta_i \quad (3)$$

由公式(3)计算出大米的气味、外观、适口性和滋味的组合权重分别为0.275、0.178、0.279和0.268。这显示了在大米的感官指标中,人们还是最重视适口性,对外观的要求最低。

表5 感官评分及其统计分析结果

Table 5 Sensory score and its statistical analysis results

样品	1	2	3	4	5	6	7	8	均值	方差	标准 偏差	变异 系数	客观 权重
气味1	8.4	8.8	9.2	8.6	8.8	9.0	8.5	8.7	8.54	0.02	0.15	0.018	0.17
气味2	9.3	9.2	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	8.96	0.11	0.33	0.037	0.37
气味3	8.2	8.4	8.7	8.5	8.5	8.4	8.6	8.5	8.18	0.07	0.26	0.032	0.31
气味4	9.4	9.3	9.5	9.6	9.4	9.6	9.5	9.6	9.20	0.09	0.30	0.033	0.38
气味5	9.1	8.7	9.4	9.2	8.9	8.8	9.0	9.2	8.96	0.08	0.28	0.032	0.27
气味6	8.0	8.2	8.1	8.0	8.2	8.4	8.2	8.4	8.45	0.09	0.30	0.035	0.27
外观1	8.7	8.5	8.4	8.4	8.5	8.6	8.8	8.4	8.75	0.07	0.26	0.030	0.28
外观2	8.7	8.8	9.2	9.4	9.1	8.5	8.7	9.3	9.10	0.02	0.15	0.017	0.17
外观3	8.0	8.2	7.9	7.8	8.5	8.2	8.5	8.3	8.48	0.02	0.15	0.018	0.17
外观4	9.5	9.4	9.2	8.7	8.9	9.5	9.0	9.4	9.49	0.01	0.11	0.012	0.14
外观5	8.7	8.5	8.9	9.2	8.8	9.3	9.1	9.2	9.04	0.05	0.23	0.026	0.22
外观6	8.5	8.1	8.4	8.1	8.6	8.3	9.0	8.6	8.19	0.02	0.16	0.019	0.15
适口性1	8.6	8.1	7.9	7.8	8.4	8.5	8.3	8.4	8.25	0.08	0.29	0.035	0.33
适口性2	8.7	8.5	8.9	8.9	9.3	9.2	9.4	9.0	8.99	0.09	0.30	0.034	0.34
适口性3	8.2	7.6	8.0	7.9	7.8	8.3	8.1	8.3	8.03	0.06	0.25	0.031	0.30
适口性4	9.7	9.5	9.8	9.3	9.5	9.7	9.5	9.4	9.55	0.03	0.17	0.018	0.20
适口性5	9.3	9.5	9.2	9.3	9.1	9.0	8.7	8.5	9.08	0.11	0.33	0.037	0.32
适口性6	7.4	7.2	7.8	7.5	6.8	7.1	6.9	7.3	7.25	0.11	0.33	0.045	0.35
滋味1	8.5	8.3	8.0	8.3	8.1	7.9	8.1	8.2	8.18	0.04	0.19	0.023	0.22
滋味2	9.3	9.1	9.3	9.2	9.4	9.1	9.3	9.4	9.26	0.01	0.12	0.013	0.13
滋味3	8.3	8.1	8.4	8.2	8.4	8.3	7.9	8.0	8.20	0.03	0.19	0.023	0.22
滋味4	9.6	9.8	9.1	9.5	9.8	9.5	9.7	9.7	9.59	0.05	0.23	0.024	0.28
滋味5	9.2	9.3	9.0	8.7	8.9	9.2	9.1	9.0	9.05	0.04	0.19	0.021	0.18
滋味6	7.9	8.2	8.1	7.8	7.9	8.3	7.6	7.8	7.95	0.05	0.23	0.029	0.23

2.2.2 客观指标权重的建立

对米综合评价的前提与基础是建立米的质量评价指标体系,它对评价结果的科学性、可靠性和准确性有直接的影响。测定米的弹性、硬度和适口性,测定方法依据优化的条件进行。

米的硬度是米局部抵抗硬物穿透的抵抗能力,在感官上是指将米咬碎所需的力。弹性是物品发生形变再回复到原来形状的性质。咀嚼度是将样品破碎到吞咽所需的能量。8位专家协商后统一对6种样

品气味、外观和滋味感官指标打分。样品相关分析结果见表6。

表6 六种样品指标分析

Table 6 Analysis of six sample indices

样品	硬度/ g	弹性/ %	咀嚼 度/J	气味	外观	滋味
1	8 723.43	0.755	236.395	8.54	8.75	8.18
2	10 892.52	0.859	301.382	8.96	9.10	9.26
3	7 964.57	0.502	200.270	8.18	8.48	8.20
4	10 920.06	0.938	354.975	9.20	9.49	9.59
5	8 958.36	0.824	263.759	8.96	9.04	9.05
6	9 638.58	0.681	218.605	8.45	8.19	7.95

将各指标正向化和无量纲化处理,确定各指标的权重。大米的硬度与弹性需要一个最佳范围,所以为望目标。最佳范围是通过对市场流行的优质大米调查得出的,硬度最佳范围是(9500,13500),弹性最佳范围为(0.75,0.98)。表6中2和4号样品的测定值在最佳范围内。硬度转化为正向指标公式为:

$$R = \max |13\ 500 - X_i| = 5\ 535.43, Y_i = 5\ 535.43 - |13\ 500 - X_i|$$

弹性正向化公式

$$R = \max |0.98 - X_i| = 0.478, Y_i = 0.478 - |0.98 - X_i|$$

式中: Y_i 分别为硬度和弹性正向化值; X_i 为硬度和弹性值。

咀嚼度和感官评分属于正向指标,数值就代表其质量。根据本研究特点,对正向化的客观指标无量纲化和均值化,计算公式同(1),结果见表7。

表7 客观指标正向化后无量纲化结果

Table 7 Objective indicators are not quantified after the positive results

样品	硬度	弹性	适口性
1	0.49	0.98	0.900
2	1.89	1.38	1.148
3	0.00	0.00	0.763
4	1.90	1.69	1.352
5	0.64	1.25	1.005
6	1.08	0.69	0.833

先进行无量纲化处理,再进行归一化,即对每个指标赋予权重,选择3个大米的组织结构指标,感官指标里有气味、外观和滋味^[10]。

根据感官指标权重的建立结果可知,气味、外观、适口性和滋味4部分的组合赋权值如表8所示,质构指标的总权重为0.279,各个指标的分权重应为硬度: 0.279×0.369 , 弹性: 0.279×0.104 , 咀嚼度: 0.279×0.527 。所有权重之和为1。

表8 四个指标的组合赋权值

Table 8 The combination of the four indicators of weighting

气味	外观	适口性	滋味
0.275	0.178	0.279	0.268

2.3 隶属函数的建立和综合评价集的确定

2.3.1 隶属函数的建立

根据评价指标评语集的分类,做出与指标数据相应的隶属函数,得到大米质量的评价指标集及评语集^[11]。

当评价值随着指标增大而增大时:

$$U_{ij}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \mid \min x_i \\ \frac{x_i \mid \min x_i}{\max x_i \mid \min x_i} & \min x_i < x_i < \max x_i \\ 1 & x_i \mid \max x_i \end{cases} \quad (4)$$

当评价值随着指标值增大而减小时,

$$U_{ij}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \mid \min x_i \\ \frac{\min x_i \mid x_i}{\max x_i \mid \min x_i} & \min x_i < x_i \mid \max x_i \\ 1 & x_i \mid \min x_i \end{cases} \quad (5)$$

表9给出了 $U_{ij}(x_i)$ 等数学量的含义。

表9 三个数学量的注释

Table 9 Explanation of three mathematical quantities

$U_{ij}(x_i)$	$\max x_i$	$\min x_i$
第j个待测大米对应第i个评价指标的隶属函数	评价指标在评语集划分中的上限	评价指标在评语集划分中的下限

其中:对 $U_{ij}(x_i)$ 进行模糊计算,得到矩阵: $R = (r_{ij})_{n \times m}, i = 1, 2, \dots, \Lambda, m$, 以此计算模糊综合评价集。正向化处理弹性、硬度指标以便综合分析,结果如表10所示。

用隶属函数对表10中的数据进行模糊计算,得到关系矩阵R:

$$R = \begin{vmatrix} 0.173 & 1.000 & 0.000 & 1.000 & 0.329 & 0.783 \\ 0.857 & 0.000 & 1.000 & 0.740 & 0.263 & 0.526 \\ 0.652 & 0.922 & 0.501 & 1.000 & 0.766 & 0.578 \\ 0.908 & 0.922 & 0.836 & 1.000 & 0.992 & 0.890 \\ 0.950 & 1.000 & 0.896 & 1.000 & 1.000 & 0.838 \\ 0.836 & 1.000 & 0.840 & 1.000 & 1.000 & 0.790 \end{vmatrix}$$

(6)

利用上述所求得各指标的权重 ω 及模糊关系矩阵,计算大米综合评价集 $B, B = \cdot R = (b_j), b_i = \sum_{i=1}^n \omega_i r_{ij}, j = (1, \Lambda, m), \omega = (\omega_1, \omega_2, \Lambda, \omega_n), \sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ 。其中 m, n 分别是大米样品种数和评价指标数; ω 是指标的权重向量, $b_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 是评价指标值。经计算可得大米综合评价集 $B = (0.781, 0.938, 0.717, 0.992, 0.873, 0.786)$ 。

表10 评价指标

Table 10 Evaluation Indicators

样品	硬度	弹性	咀嚼度	气味	外观	滋味
1	758.86	0.253	236.395	8.54	8.75	8.18
2	2927.95	0.357	301.382	8.96	9.10	9.26
3	0.00	0	200.270	8.18	8.48	8.20
4	2955.49	0.436	354.975	9.20	9.49	9.59
5	993.79	0.322	263.759	8.96	9.04	9.05
6	1674.01	0.179	218.605	8.45	8.19	7.95

建立评语集如表 11 所示。

表 11 评语集的建立
Table 11 The establishment of commentary

等级	硬度	弹性	适口性	气味	外观	滋味
优	>2 000	>0.4	>320	>9.0	>9.0	>9.0
良	1 500 ~2 000	0.3 ~0.4	240 ~320	8.0 ~9.0	8.0 ~9.0	8.0 ~9.0
中	1 000 ~1 500	0.2 ~0.3	160 ~240	6.0 ~8.0	6.0 ~8.0	6.0 ~8.0
差	500 ~1 000	0.1 ~0.2	80 ~160	4.0 ~6.0	4.0 ~6.0	4.0 ~6.0
很差	<500	<0.1	<80	<4.0	<4.0	<4.0

按分级标准,建立评价级 $E = \{e_1, e_2, A, e_t\}$, t 是目标等级数,建立 I-V 级的质量分级标准,见表 12。将综合评价集 B 对照大米质量等级表,米的质量综合评价值 b_j 越大,质量越好, b_j 越小,质量越差。

表 12 大米和工程米感官质量标准

Table 12 Rice and engineering meters sensory quality standards

等级	综合评价值分数	质量优劣
I 级	$0.8 < B$	优
II 级	$0.6 < B \leq 0.8$	良
III 级	$0.4 < B \leq 0.6$	中
IV 级	$0.2 < B \leq 0.4$	差
V 级	$B \leq 0.2$	很差

将综合评价集 B 对照评价级 E ,根据模糊数学来确定评价目标的等级和优劣情况。按质量综合评价值的大小顺序将 6 种样品进行排列为样品 4 > 样品 2 > 样品 5 > 样品 6 > 样品 1 > 样品 3,属于 I 级米的有 4 号、2 号和 5 号,其中 6 号、1 号与 3 号米,等级都在 II 级以上,说明样品的质量总体较好,分级结果与实际相符。

3 讨论

本文建立了一套针对挤压重组方式获得的马铃薯工程米的综合评价指标体系,对工程米的生产 and 应用具有指导意义。采用组合赋权法求得马铃薯工程米和大米在气味、外观、质构和滋味的质量权重,表明最重要的是气味和质构,符合人们对大米质量的普遍认识。马铃薯工程米的质量等级通过模糊数学综合评价方法来评定,以及与普通大米的质量相比较^[12]。根据综合评价集及分级标准,也可反映出马铃薯工程米和普通大米的适口性比较结果。通过以上试验,证明模糊数学综合评价运用到大米和马铃薯工程米上,是主观和客观的结合,具有合理性,可减少人为主观上的误差。

参 考 文 献

[1] SITAKALIN C, MEULLENET J F C. Prediction of cooked rice texture using extrusion and compression tests in conjunction with spectral stress strain analysis [J]. Cereal Chemistry, 2000(4):501 – 504.

[2] 张志清,熊善波,李远志,等. 工程重组米质构测定 (TPA)与感官评价相关分析[J]. 中国粮油学报, 2011 (10):1 – 5.

[3] 王玉军,程建军,韩俊杰,等. 利用米饭质构特性评价大米食用品质的方法研究[J]. 黑龙江粮食,2013 (11): 48 – 52

[4] 赵红玲,李全阳,赵正涛,等. 酸奶质量的模糊数学综合评价方法探讨[J]. 食品工业科技,2009,30(10):119 – 122.

[5] CHANG SU-QIANG, DONG LI, LAN YU-BIN, et al. Study on creep properties of japonica cooked rice and its relationship with rice chemical compositions and sensory evaluation[J]. International Journal of Food Engineering, 2009(3):1 556 – 1 561.

[6] OGAWA Y, WOOD F D, WHITEHAND C L, et al. Compression deformation and structural relationships of medium grain cooked rice[J]. Cereal Chemistry, 2006 (6):636 – 640.

[7] LIU CHENG-HAI, ZHENG XIAN-ZHE, DING NING-YE. Principal component analysis of cooked rice texture qualities[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2008 (1):70 – 74.

[8] ZHANG H P. Application on the entropy method for determination of weight of evaluating index in fuzzy mathematics for wine quality assessment [J]. International Journal of System Assurance Engineering & Management, 2015 (7): 195 – 198.

[9] PAUL L, BROOKFIELD, SARA NICOLL F, et al. Sensory evaluation by small postharvest teams and the relationship with instrumental measurements of apple texture[J]. Post-harvest Biology and Technology, 2010(2):179 – 186.

- [10] CHAKRABORTY DEBJANI, SHRILEKHA DAS, H. DAS. Aggregation of sensory data using fuzzy logic for sensory quality evaluation of food[J]. Journal of Food Science and Technology, 2013 (6): 13197-011-0433.
- [11] 赵红玲. 液态奶评价方法及其体系稳定性影响的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [12] N PERROT I, IOANNOU I, ALLAIS C, et al. Fuzzy concepts applied to food product quality control: A review [J]. Fuzzy Sets and Systems, 2006(9): 145 – 154.

Palatability of potato engineering rice based on fuzzy mathematics comprehensive evaluation

YUAN Peng¹, DUAN Shenglin^{1*}, OUYANG Daofu², LIU Shiwei¹, LIU Yifeng¹,
LIU Yaxu¹, DU Yulan², YU Qin², YAN Jiangang², WANG Xi¹

1 (China National Research Institute of Food & Fermentation Industries Corporation Limited, Beijing 100015, China)

2 (Perfect (China) Corporation Limited, Zhongshan 528402, China)

ABSTRACT In order to establish a method to evaluate the palatability of potato engineering rice, indica rice, japonica rice, and potato engineering rice made by extrusion were designed as research objects. Fuzzy comprehensive evaluation and combination weighting method together with texture analyzer were used to evaluate the palatability of potato engineering rice. The results of combination weighting method showed that among smell, appearance, palatability, and taste of rice, palatability had the maximum weight with 0.279, while the appearance of the rice weighed the minimum with a value of 0.178, which was in line with people's general perception about the quality of rice. By analysing the hardness, springiness, and chewiness of the rice, these indexes were normalized to be analysed by weight. According to the fuzzy mathematics evaluation to divide index set of evaluation and to establish membership functions. The evaluation index set and comments on the quality of rice could determine the level of target samples and the merits of the case.

Key words fuzzy mathematics; potato; engineering cereals; palatability