

DOI:10.11937/bfyy.201623002

# 不同品种芹菜品质指标测定及其聚类分析

隋 璐<sup>1</sup>, 刘维信<sup>1,2</sup>, 杨建明<sup>3</sup>, 唐 超<sup>3</sup>, 易晓华<sup>2,3</sup>

(1. 青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109; 2. 即墨市锦云村芹菜种植研究所, 山东 青岛 266200;

3. 青岛农业大学 生命科学学院, 山东 青岛 266109)

**摘 要:**以 12 个不同品种的芹菜为试材, 对其可溶性糖、可溶性固形物、叶绿素、维生素 C、硝酸盐、纤维素、蛋白质、氨基酸、微量元素、芹菜素含量等 10 个营养品质性状进行了测定, 采用聚类分析对其进行比较。结果表明: 不同品种的芹菜在营养品质方面不尽相同, 其中“鲍芹”营养成分丰富, 维生素 C、芹菜素含量极高, 适合食用。试验初步明确了各品种芹菜营养成分, 为进一步开发芹菜的应用价值提供理论依据。

**关键词:**芹菜; 营养品质; 聚类分析

**中图分类号:**S 636.301 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)23-0006-05

芹菜原产地中海沿岸的沼泽地带, 属伞形科植物, 是一种耐寒性柱状叶类蔬菜, 在栽培上常按叶柄形态将芹菜分为中国芹菜(*Apium graveolens* L.)和西芹(*Apium graveolens* L. var. *dulce* DC.) 2 类<sup>[1]</sup>。芹菜主要食用茎和叶柄, 营养丰富, 食用部分含蛋白质、碳水化合物、粗

纤维、钙磷铁等, 还含有药效组分芹菜素、挥发油等, 具有很高的营养价值和医疗价值, 因此芹菜成为人们日常生活中主要食用的蔬菜之一。但是, 目前关于芹菜的研究多集中在栽培管理上, 而对营养价值的研究较少。该试验以 12 个芹菜品种为材料, 对其可溶性糖、可溶性固形物、叶绿素、维生素 C、硝酸盐、纤维素、蛋白质、氨基酸、微量元素、芹菜素含量等 10 个营养品质性状进行测定和比较, 以期为进一步开发芹菜的应用价值提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试芹菜品种“日本鲍芹”“王后芹菜”“金棚西芹二

**第一作者简介:**隋璐(1990-), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜育种学。E-mail: 1612523292@qq.com.

**责任作者:**易晓华(1972-), 四川垫江人, 博士, 副教授, 现主要从事生化和微生物的教学与科研工作。E-mail: yxh0624@sina.com.

**基金项目:**青岛科技局民生计划资助项目(14-2-3-43-nsh, 6622313132)。

**收稿日期:**2016-07-25

characteristic of stamens and cytology mechanism of male sterility. The results showed that the anthers of male sterile line were wizened and had no pollen grain distributed. The pollen grains were not active. Conversely, the anthers of maintainer line were full and had yellow pollen grains distributed while matured. The pollen vitality in the pollen sacs of maintainer line was 91.65%. There were three reasons about pollen abortion according to the compare and analysis to the cytological traits of anther development between the male sterile line and its maintainer line. Firstly, the tapetum cells contained more vacuoles than those of maintainer line anthers and began degenerating at the microsporocyte stage. Then the tapetum cells disintegrated completely at the mononuclear pollen grain stage. So the tapetum cells could not provide nutrient substance for the development of microspore. Secondly, the tapetum cells appeared some characteristics of cytoplasm stain lightening because of lower concentration protoplasm and were not multi-nucleate, which also might be one of the main reasons causing pollen abortion. Thirdly, connective tissue was fiberized at the stage of mononuclear pollen so water and nutrient substance could not be transported from vascular bundle to young pollen grains. This might be pollen abortion. But the tapetum cells of maintainer line contained dense cytoplasm and had no phenomenon of vacuolization at the stages of microsporocyte and meiosis. The tapetum cells abortion occurred at the stage of mononuclear pollen and gradually disappeared till the stage of mature pollen grains. The study laid the foundation for the identification in the field and the cellular mechanism of male sterile line in *A. fistulosum* var. *giganteum*.

**Keywords:** *Allium fistulosum* var. *giganteum*; male sterile line; maintainer; anther; cytology

号”“文图拉芹菜”“津南实芹王”“玻璃脆芹菜”“种都金黄芹”“雪白芹菜”“皇后芹菜”“北京实芹”“美国加州王芹菜”“鲍芹”12个品种,均购自寿光蔬菜种子有限公司。

1.2 试验方法

芹菜种植在即墨市金口镇芹菜研究所蔬菜基地进行,不同品种芹菜种子于2015年2月播种,并进行日常管理,每个取样点不同方位随机取样,各品种选取10株。将茎按四分法取样,3次重复,测定其营养成分含量<sup>[2]</sup>。

1.3 项目测定

可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[3]</sup>;可溶性固形物含量采用PAL-1数显手持糖度计测定;叶绿素含量采用SPAD-502叶绿素仪测定;维生素C含量采用二甲苯萃取比色法测定;硝酸盐含量采用紫外吸收法测定;粗纤维含量采用酸性洗涤法测定<sup>[3]</sup>;可溶性蛋白质含量采用微量凯氏定氮法测定;氨基酸含量采用氨基酸分析仪测定;微量元素含量采用等离子体发射光谱仪测定<sup>[4]</sup>;芹菜素含量采用HPLC测定。

1.4 数据分析

试验数据采用DPS 7.0统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种芹菜品质的比较

由表1可知,不同品种芹菜营养成分间存在一定差异,其中,芹菜的可溶性固形物、维生素C、硝酸盐含量间存在明显的差异,分别为2.00%~4.60%、117.32~

203.03 mg·(100g)<sup>-1</sup>、577.04~2 811.48 μg·g<sup>-1</sup>。叶绿素、蛋白质含量间差异不大,分别为32.63~45.75 SPAD、5.73%~9.50%。可溶性糖、纤维素含量间差异很小,分别为0.48%~1.20%、0.10%~0.16%。

可溶性糖含量最高的是“美国加州王芹菜”1.20%,其次为“种都金黄芹”1.10%，“北京实芹”含量最低仅有0.48%。可溶性固形物含量最高的是“玻璃脆芹菜”4.60%，其次为“鲍芹”4.50%，“雪白芹菜”含量最低仅有2.00%。叶绿素含量最高的是“北京实芹”45.75 SPAD,其次为“美国加州王芹菜”42.53 SPAD,“种都金黄芹”含量最低仅有32.63 SPAD。维生素C含量最高的是“文图拉芹菜”203.03 mg·(100g)<sup>-1</sup>,其次为“金棚西芹二号”183.63 mg·(100g)<sup>-1</sup>，“美国加州王芹菜”含量最低仅有117.32 mg·(100g)<sup>-1</sup>。硝酸盐含量最高的是“种都金黄芹”2 811.48 μg·g<sup>-1</sup>,其次为“津南实芹王”2 761.13 μg·g<sup>-1</sup>，“美国加州王芹菜”含量最低仅有577.04 μg·g<sup>-1</sup>。纤维素含量最高的是“文图拉芹菜”0.16%，其次为“鲍芹”0.15%，“北京实芹”含量最低仅有0.10%。蛋白质含量最高的是“津南实芹王”9.50%，其次为“日本鲍芹”8.55%，“玻璃脆芹菜”含量最低仅有5.73%。从分析结果可知,不同品种芹菜各营养成分含量不相同,“文图拉芹菜”的维生素C和纤维素含量较高,“鲍芹”的可溶性固形物和纤维素含量较高,而“王后芹菜”“皇后芹菜”各营养指标较均匀。

表1 不同品种芹菜品质的比较  
Table 1 Comparison of quality of different varieties of celery

品种 Variety	可溶性糖 Soluble sugar /%	可溶性固形物 Soluble solids /%	叶绿素 Chlorophyll /SPAD	维生素C Vitamin C /(mg·(100g) <sup>-1</sup> )	硝酸盐 Nitrate /(μg·g <sup>-1</sup> )	纤维素 Cellulose /%	蛋白质 Protein /%
“日本鲍芹”‘Japan BaoQin’	0.75	2.70	36.98	134.01	2 113.62	0.11	8.55
“王后芹菜”‘The queen celery’	0.86	2.60	34.73	136.26	1 409.08	0.13	7.34
“金棚西芹二号”‘Golden tent celery’	0.56	2.90	33.10	183.63	1 509.74	0.11	7.66
“文图拉芹菜”‘Ventura celery’	0.86	3.70	39.01	203.03	1 543.27	0.16	6.64
“津南实芹王”‘Jinnan solid king of celery’	0.57	3.50	40.90	136.26	2 761.13	0.12	9.50
“玻璃脆芹菜”‘Glass crispy celery’	0.80	4.60	36.93	118.22	738.11	0.14	5.73
“种都金黄芹”‘Zhongdu golden celery’	1.10	2.60	32.63	172.80	2 811.48	0.13	6.74
“雪白芹菜”‘White celery’	0.51	2.00	36.51	145.29	1 459.44	0.14	7.40
“皇后芹菜”‘Empress celery’	0.97	2.30	33.27	152.05	610.61	0.12	7.44
“北京实芹”‘Beijing solid celery’	0.48	3.90	45.75	139.42	2 096.84	0.10	7.29
“美国加州王芹菜”‘California king solid celery’	1.20	3.50	42.53	117.32	577.04	0.12	6.23
“鲍芹”‘BaoQin’	0.67	4.50	37.85	161.98	1 409.08	0.15	6.39

分析结果表明,芹菜各营养成分指标具有一定的相关性(表2)。芹菜中蛋白质含量与硝酸盐含量呈显著性正相关,相关系数为 $r=0.58^*$ 。叶绿素含量与可溶性固形物含量呈显著性正相关,相关系数为 $r=0.53^*$ 。纤维素含量与维生素C含量呈显著性正相

关,相关系数为 $r=0.37^*$ 。蛋白质含量与纤维素含量呈极显著性负相关,相关系数为 $r=-0.49^{**}$ 。从分析结果可知,芹菜各营养成分之间均有一定的联系,虽有指标未达到显著性相关,但仍可对芹菜利用用途提供科学依据<sup>[5]</sup>。

表 2  
Table 2  
芹菜营养品质指标相关性分析  
Correlations between different nutrients factors of celery

指标 Index	可溶性糖 Soluble sugar	可溶性固形物 Soluble solids	叶绿素 Chlorophyll	维生素 C Vitamin C	硝酸盐 Nitrate	纤维素 Cellulose	蛋白质 Protein
可溶性糖 Soluble sugar	1						
可溶性固形物 Soluble solids	-0.11	1					
叶绿素 Chlorophyll	-0.23	0.53 *	1				
维生素 C Vitamin C	-0.07	-0.11	-0.36	1			
硝酸盐 Nitrate	-0.31	-0.12	0.07	0.24	1		
纤维素 Cellulose	0.16	0.26	-0.20	0.37 *	-0.21	1	
蛋白质 Protein	-0.44	-0.42	0.03	-0.04	0.58 *	-0.49 * *	1

注: \* \*, 相关性在 0.01 水平上显著; \* , 相关性在 0.05 水平上显著。  
Note: \* \* means 0.01 level significantly related; \* means 0.05 level significantly related.

2.2 不同品种芹菜氨基酸含量及成分分析

测定结果表明,不同品种芹菜的氨基酸总量不同,同一品种各个氨基酸含量也不同(表 3)。芹菜氨基酸总量波动于 4.56%~6.71%,其中“北京实芹”“日本鲍芹”“金棚西芹二号”含量较高,分别为 6.71%、6.37%、6.09%;“种都金黄芹”含量最低 4.56%。

芹菜含有的 16 种氨基酸成分中,除了 Cys 含量在 0.03%以下,其它氨基酸含量均在 0.03%以上。其中,与风味关系较为密切的氨基酸主要为味觉氨基酸,包括鲜味氨基酸(Asp、Glu)、甜味氨基酸(Ser、Gly、Ala、Pro)和芳香族氨基酸(Tyr、Phe)<sup>[6]</sup>。鲜味氨基含量最高,分别为 0.73%~1.48%、0.55%~1.33%。其中,Asp 含量

最高的为“日本鲍芹”1.48%,其次“雪白芹菜”1.25%，“鲍芹”含量最低为 0.73%。Glu 含量最高的是“金棚西芹二号”为 1.33%,其次“日本鲍芹”“北京实芹”1.21%，“种都黄金芹”最低仅有 0.55%。甜味氨基酸各个品种之间差异不大,含量不高,分别为 0.23%~0.37%、0.28%~0.35%、0.31%~0.44%、0.14%~0.23%。芳香族氨基酸 Tyr 含量间存在明显的差异,分布在 0.01%~0.23%,其中,“玻璃脆芹菜”“北京实芹”含量最高为 0.23%，“王后芹菜”最低仅为 0.01%。Phe 各个品种之间差异不大,含量为 0.25%~0.32%。其余氨基酸各个品种之间差异不大,含量不高。

表 3  
不同品种芹菜氨基酸含量及总量

Table 3  
Amino acids content in different cultivars of celery %

品种 Variety	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cys	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Pro	总量 Total
“日本鲍芹”“Japan BaoQin”	1.48	0.33	0.31	1.21	0.29	0.32	0.02	0.42	0.33	0.47	0.03	0.29	0.31	0.14	0.22	0.19	6.37
“王后芹菜”“The queen celery”	1.01	0.28	0.26	1.00	0.28	0.32	0.01	0.36	0.28	0.45	0.01	0.27	0.30	0.13	0.22	0.16	5.34
“金棚西芹二号”“Golden tent celery”	0.84	0.31	0.29	1.33	0.34	0.44	0.01	0.40	0.31	0.51	0.05	0.31	0.35	0.13	0.26	0.21	6.09
“文图拉芹菜”“Ventura celery”	0.91	0.30	0.29	0.86	0.30	0.31	0.01	0.35	0.28	0.45	0.14	0.29	0.36	0.14	0.24	0.19	5.45
“津南实芹王”“Jinnan solid king of celery”	0.79	0.26	0.27	0.94	0.34	0.42	0.02	0.42	0.32	0.51	0.03	0.32	0.35	0.12	0.29	0.18	5.59
“玻璃脆芹菜”“Glass crispy celery”	0.89	0.32	0.30	0.82	0.29	0.32	0.05	0.37	0.30	0.45	0.23	0.29	0.38	0.13	0.26	0.21	5.60
“种都金黄芹”“Zhongdu golden celery”	0.75	0.22	0.23	0.55	0.30	0.37	0.03	0.32	0.26	0.41	0.03	0.25	0.28	0.10	0.22	0.22	4.56
“雪白芹菜”“White celery”	1.25	0.32	0.32	0.87	0.34	0.39	0.03	0.40	0.31	0.47	0.08	0.29	0.34	0.14	0.23	0.17	5.95
“皇后芹菜”“Empress celery”	1.00	0.33	0.30	1.00	0.32	0.35	0.03	0.38	0.30	0.43	0.20	0.27	0.36	0.13	0.23	0.14	5.79
“北京实芹”“Beijing solid celery”	1.16	0.38	0.37	1.21	0.35	0.39	0.03	0.43	0.31	0.48	0.23	0.32	0.40	0.15	0.24	0.23	6.71
“美国加州王芹菜”“California king solid celery”	0.80	0.30	0.31	0.77	0.33	0.35	0.02	0.35	0.27	0.44	0.07	0.28	0.36	0.13	0.24	0.22	5.25
“鲍芹”“BaoQin”	0.73	0.30	0.30	0.68	0.31	0.35	0.02	0.34	0.27	0.45	0.22	0.29	0.37	0.11	0.23	0.21	5.19

2.3 不同品种芹菜微量元素含量分析

由表 4 测定结果可知,不同品种芹菜微量元素总量间存在着一定差异。元素总含量为 70 084.35~99 001.36 mg·kg<sup>-1</sup>,其中“北京实芹”最高达到 99 001.36 mg·kg<sup>-1</sup>,其次是“美国加州王芹菜”98 348.15 mg·kg<sup>-1</sup>，“玻璃脆芹菜”含量最低仅有 70 084.35 mg·kg<sup>-1</sup>。

芹菜中人体所需的 Ca、K、Mg、Na 几种元素的含量较高,分别为 6 474.84~11 644.10、30 260.40~65 784.00、1 468.32~2 983.67、14 544.50~27 397.50 mg·kg<sup>-1</sup>。Cu、Cr 2 种元素含量一般,分别为 2 259.43~4 067.04、1 071.41~4 132.18 mg·kg<sup>-1</sup>。Fe、Zn、Sr 的含量较低,为 39.28~81.59、18.01~35.12、39.64~69.49 mg·kg<sup>-1</sup>。

表 4 不同品种芹菜微量元素含量及总量

品种 Variety	Ca	K	Mg	Na	Cu	Cr	Fe	Zn	Sr	总量 Total
“日本鲍芹”“Japan BaoQin”	9 884.99	55 360.20	2 435.34	18 015.00	2 977.11	2 617.59	60.08	35.12	63.25	91 448.68
“王后芹菜”“The queen celery”	9 033.08	56 964.50	2 520.89	19 798.30	2 793.47	4 025.09	77.83	23.90	48.55	95 285.61
“金棚西芹二号”“Golden tent celery”	7 662.54	53 054.60	2 309.19	23 213.80	3 128.07	4 132.18	80.69	21.27	42.66	93 645.00
“文图拉芹菜”“Ventura celery”	8 230.84	42 199.70	2 402.36	15 724.50	2 259.43	1 616.87	53.05	25.64	49.53	72 561.92
“津南实芹王”“Jinnan solid king of celery”	10 340.40	51 097.40	2 108.22	19 824.90	2 581.85	1 071.41	67.92	24.88	57.46	87 174.44
“玻璃脆芹菜”“Glass crispy celery”	8 398.62	30 260.40	2 219.88	23 087.50	3 694.59	2 270.42	75.20	20.88	56.86	70 084.35
“种都金黄芹”“Zhongdu golden celery”	9 456.27	51 156.20	1 618.86	17 355.30	3 741.72	2 259.22	58.60	27.43	44.79	85 718.39
“雪白芹菜”“White celery”	6 474.84	56 419.80	1 468.32	21 602.80	3 921.14	1 290.88	81.59	23.51	39.64	91 322.52
“皇后芹菜”“Empress celery”	8 533.35	50 403.70	2 633.17	24 683.90	3 552.09	1 814.40	46.89	18.01	54.69	91 740.20
“北京实芹”“Beijing solid celery”	11 414.70	62 032.50	2 983.67	16 244.30	4 067.04	2 111.08	58.37	20.21	69.49	99 001.36
“美国加州王芹菜”“California king solid celery”	11 644.10	65 784.00	2 427.75	14 544.50	2 421.96	1 408.43	39.28	27.69	50.44	98 348.15
“鲍芹”“BaoQin”	8 190.04	35 678.50	2 147.43	27 397.50	3 121.19	1 942.34	58.71	23.04	46.80	78 605.55

2.4 不同品种芹菜芹菜素含量分析

芹菜素是一种天然黄酮类物质,广泛存在于蔬菜、水果中。研究表明,芹菜素具有多种生物学功能,如抗氧化性、抗肿瘤、中枢镇静等。在色谱柱为 Phenomenon C18 柱,流动相甲醇:水=60:40,波长 338 nm 下测其芹菜素<sup>[7]</sup>,得到线性方程  $y=1\,575.7x+0.814\,8$ 。

表 5 不同品种芹菜的芹菜素含量

品种 Variety	芹菜素含量 Content of apigenin/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	品种 Variety	芹菜素含量 Content of apigenin/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )
“日本鲍芹”“Japan BaoQin”	2.92	“种都金黄芹”“Zhongdu golden celery”	2.63
“王后芹菜”“The queen celery”	4.10	“雪白芹菜”“White celery”	8.98
“金棚西芹二号”“Golden tent celery”	2.14	“皇后芹菜”“Empress celery”	6.49
“文图拉芹菜”“Ventura celery”	13.73	“北京实芹”“Beijing solid celery”	14.83
“津南实芹王”“Jinnan solid king of celery”	5.87	“美国加州王芹菜”“California king solid celery”	22.95
“玻璃脆芹菜”“Glass crispy celery”	16.59	“鲍芹”“BaoQin”	21.38

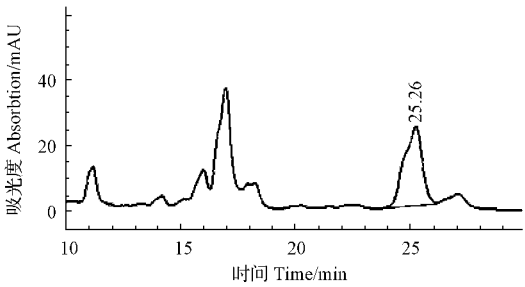


图 1 “美国加州王芹菜”芹菜素的 HPLC 图谱  
Fig. 1 HPLC of the apigenin in ‘California celery’

2.5 不同品种芹菜品质聚类分析

综合不同品种芹菜的营养品质,采用 DPS v 7.05 对其进行聚类分析。根据不同品种间不同指标间的差异,将距离相近的品种聚为一类,从而对综合品质进行分类(图 2)。将 12 个芹菜品种分为 3 类,第一类“鲍芹”主要特征为含有较高的可溶性糖、可溶性固形物、叶绿素、维生素 C、纤维素、蛋白质、氨基酸、微量元素、芹菜素含量,

测定结果表明,不同品种芹菜中芹菜素含量差别较大(表 5),芹菜素含量在  $2.14\sim22.95\,\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。“美国加州王芹菜”芹菜素含量最高达到  $22.95\,\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (图 1),其次为“鲍芹” $21.38\,\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ，“金棚西芹二号”含量最低仅有  $2.14\times10^{-3}\,\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

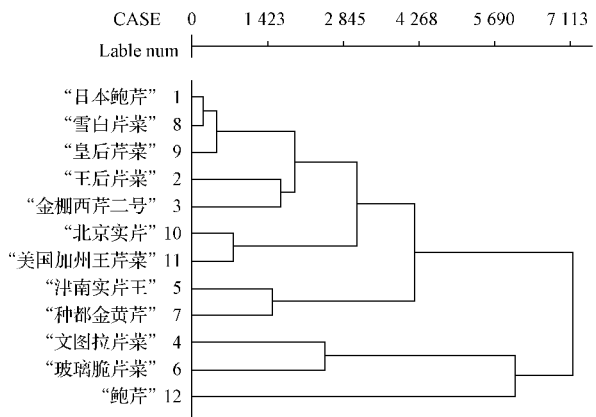


图 2 芹菜品质聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of celery quality

同时硝酸盐含量处于较低水平;第二类“玻璃脆芹菜”“文图拉芹菜”主要特征为可溶性固形物、氨基酸、芹菜素含量较高;其余的芹菜品种均属第三类,主要特征为

营养成分指标表现不均衡。

### 3 结论与讨论

通过对 12 个芹菜品种各营养成分指标(硝酸盐除外)分析得知,明显异于其它品种的是“鲍芹”,这是因为其含有较高的可溶性糖、可溶性固形物、叶绿素、维生素 C、纤维素、蛋白质、氨基酸、微量、芹菜素,硝酸盐含量较低,适合生活食用。

通过对不同品种芹菜营养品质测定得知,不同芹菜品种之间含量存在差异,其中氨基酸、蛋白质含量高,而光合产物可溶性糖、可溶性固形物、纤维素含量较低,可能因为叶片是光合作用的器官,主要存储在叶片中,所以需对芹菜叶片进行研究,有利于更进一步的为芹菜的营养价值提供科学依据<sup>[8]</sup>。氨基酸是蔬菜、水果品质的组成成分之一,而芹菜氨基酸含量较高,但是不同品种芹菜氨基酸组成存在差异,因此可用于品质的分类,也可作为品质特性的参考依据。我国蔬菜硝酸盐限量标准最高为  $3\ 100\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,而 12 个芹菜品种硝酸盐含量都低于最高标准,说明芹菜硝酸盐含量不高,是适合食用的蔬菜。相关性分析结果可知,芹菜各营养成分之间均有一定的联系,为芹菜营养价值利用进一步提供科学依据。

Ca 对维持细胞膜通透性、抑制神经系统兴奋性、降低毛细血管通透性起着重要作用。Mg 是某些酶的重要激活剂,缺镁导致一些酶类失活<sup>[9]</sup>。Cu 可维护中枢神经系统健康,维护骨骼、血管、皮肤正常,保护毛发正常的

色素和结构。Fe 在机体中参与氧的运输、交换和组织呼吸过程。Zn 是机体正常生长发育所必需的,其参与许多酶的组成,与消化系统的正常功能具有密切关系。通过试验得知,芹菜的微量元素含量很高,说明芹菜是适合食用的蔬菜。但是通过测量结果发现,芹菜钙、钾、钠含量极高,可能是施用化肥有关,需进一步进行研究。

用 HPLC 法测定芹菜中芹菜素含量方法快速、简便、准确,测定结果可靠,研究结果发现,芹菜中有较高的芹菜素,也可进一步研究与其它蔬菜进行比较,为芹菜素在食品开发及医药应用上提供科学依据。

### 参考文献

- [1] 王秀峰. 蔬菜栽培学各论. 北方本[M]. 4 版. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [2] 张喆. 白菜品种营养品质的比较研究[J]. 专家论坛, 2012(15): 51-52.
- [3] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 董丽花, 范增民. 不同品种芹菜不同部位微量元素研究[J]. 微量元素与健康研究, 2014(3): 26-27.
- [5] 刘珩, 卢明艳, 王涛, 等. 不同品种海棠品质测定及聚类分析[J]. 中国农学通报, 2014(25): 222-225.
- [6] 陈杭君, 曹颖, 邵海燕, 等. 不同品种荔枝品质特性及聚类分析评价[J]. 中国食品学报, 2013(5): 194-206.
- [7] 李荣华, 夏薇, 吴坤. 蔬菜中芹菜高效液相色谱测定[J]. 中国公共卫生, 2007(7): 894-895.
- [8] 高飞. 不同品种大白菜生物学性状和品质比较研究[J]. 浙江农林大学, 2014(6): 8-9.
- [9] 李爱民, 王玉兰, 赵淑兰, 等. 几种野生芹菜营养成分分析[J]. 特产研究, 1997(3): 18-19.

## Quality Determination of Different Celery and Cluster Analysis

SUI Lu<sup>1</sup>, LIU Weixin<sup>1,2</sup>, YANG Jianming<sup>3</sup>, TANG Chao<sup>3</sup>, YI Xiaohua<sup>2,3</sup>

(1. College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. Jimo Institute of Jinyuncun Celery Cultivation, Qingdao, Shandong 266200; 3. College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** Twelve different varieties of celery were used as test materials, to identified different celeries' soluble sugar, soluble solids, chlorophyll, vitamin C, nitrate, cellulose, protein, amino acid, trace element and apigenin content and applied the statistical analysis software to the cluster analysis. The results showed that different varieties of celery in nutritional quality was not the same, especially 'Baoqin' was rich in nutrients and suitable for food. This paper preliminarily defined the nutrition components of various varieties of celery, so as to provide scientific basis for further development of celery's application value.

**Keywords:** celery; nutrients; cluster analysis