

42 份藏茴香种质资源叶片营养成分分析

李顺娟^{1,2}, 沈宁东^{1*}, 朱惠琴¹ (1. 青海大学农牧学院, 青海西宁 810016; 2. 西宁市林木种苗站, 青海西宁 810000)

摘要 以 42 份不同种质藏茴香的幼嫩叶片为试验材料, 对其维生素 C、总糖、氨基酸等营养成分进行测定, 比较不同种质间的营养成分含量差异, 并进行相关性分析和营养品质评价。结果表明, 藏茴香叶片维生素 C 平均含量为 485.2 mg/kg, 氨基酸 1 817.7 mg/kg, 总糖 118.4 g/kg, 可溶性蛋白质 71.9 g/kg, 纤维素 545.3 mg/kg。不同藏茴香种质资源叶片的营养成分存在一定的差异性, 维生素 C、氨基酸和总糖的变异系数大, 可溶性蛋白质变异系数小。相关性分析结果表明, 维生素 C、总糖的含量与海拔呈负相关, 氨基酸、可溶性蛋白质和纤维素的含量与海拔呈正相关, 其中纤维素含量与海拔呈显著正相关。同时, 用隶属函数法对 42 份藏茴香种质资源叶片的营养品质进行评价, 将其营养品质分为 4 个等级。

关键词 藏茴香; 种质资源; 叶片; 营养成分
中图分类号 Q 949.91; S58 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2022)03-0194-04
doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.03.051



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Nutrient Components in Leaves of 42 Germplasm Resources of *Carum carvi*

LI Shun-juan^{1,2}, SHEN Ning-dong¹, ZHU Hui-qin¹ (1. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016; 2. Xining Forest Seedling Station, Xining, Qinghai 810000)

Abstract The leaves of 42 germplasm of *Carum carvi* were used as experimental materials, the nutritional components such as vitamin C, total sugar and amino acid were determined, the differences of nutritional components among different germplasm were compared, and the correlation and the nutritional quality was analyzed. The results showed that the average content of vitamin C, amino acid, total sugar, soluble protein and cellulose respectively was 485.2 mg/kg, 1 817.7 mg/kg, 118.4 g/kg, 71.9 g/kg, 545.3 mg/kg. There were some differences in nutrient components in leaves of different *Carum carvi* germplasm resources. The coefficients of variation of vitamin C, amino acid and total sugar were large, while the coefficient of variation of soluble protein was small. The results of correlation analysis showed that the content of vitamin C and total sugars were negatively correlated with altitude, the content of amino acids, soluble protein and cellulose were positively correlated with altitude, and the content of cellulose was significantly positively correlated with altitude. At the same time, the nutritional quality of fresh leaves of 42 *Carum carvi* germplasm resources was evaluated by means of the log number function method, and the nutritional quality was divided into 4 grades.

Key words *Carum carvi* L.; Germplasm resources; Leaves; Nutrient composition

藏茴香(*Carum carvi* L.), 又名葛缕子, 为伞形科(Umbelliferae)葛缕子属(*Carum*)二年生或多年生植物, 在我国青海、西藏、四川等地有分布^[1-3]; 其根部和种子具有药用价值, 其叶片含有独特的香气, 经常作为配色出现在国外各种美食之中, 以达到提味、增香、点缀的效果, 还是德国著名“香芹白酒”最主要的增香成分^[4]。藏茴香在青海境内分布广泛, 百姓也将藏茴香嫩叶作为山野蔬菜和馅料食用, 但一直未实现规模化人工栽植。近年来, 国内外对藏茴香的研究多集中在精油提取^[5-8]、形态特征^[9-13]、活性成分及功能^[14-18]、医药试验研究^[19-22]等方面, 而对其营养成分方面的研究鲜见系统报道。笔者主要研究引种栽培条件下 42 份藏茴香种质叶片基本营养成分含量, 旨在为菜用型种质筛选提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验材料 从青海省内不同地区及周边省份收集的 42 份藏茴香种质资源的种子为试验材料。各种质资源采集地情况见表 1。将采集到的种子于 2019 年 5 月 3 日以撒播方式播种于海东市互助县五十乡巴洪村的试验地。每个种质资源种植小区长 5.0 m、宽 4.5 m, 用种量为 22.5 kg/hm²。在

种质出苗后 90 d 左右(9 月 20 日), 从各种质小区内随机挖取大小中等的藏茴香 30 株, 用塑封袋标号带回实验室冷藏, 待测定各种营养成分。

1.2 试验仪器与试剂 电子分析天平(梅特勒 ME104E)、紫外可见分光光度计(T6 新世纪)、离心机(L-6000)、恒温水浴锅(HH-6)、2,6-二氯靛酚钠、蒽酮、葡萄糖、浓硫酸、牛血清白蛋白、考马斯亮蓝 G-250、水合茚三酮、抗坏血酸、乙醇、纤维素, 以上试剂均为分析纯。

1.3 试验方法 维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯靛酚钠滴定法^[23]; 总糖含量测定采用蒽酮比色法^[23]; 可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[23]; 氨基酸总量测定采用茚三酮溶液显色法^[23]; 纤维素含量测定采用蒽酮比色法^[23]。每份样品至少进行 2 次测定。

参照张部昌等^[24]的研究方法, 用模糊数学隶属函数法评价不同藏茴香种质叶片营养品质。根据公式 $X_{(u)} = (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ 计算各个种质每个营养指标的隶属函数值, 再求不同种质的平均隶属函数值。

1.4 数据统计分析 用 Excel 计算变异系数及平均隶属函数值, 用 DPS 7.05 系统分析不同藏茴香种质营养成分之间及其与海拔的相关性。

2 结果与分析

2.1 不同藏茴香种质资源叶片营养成分含量比较 从 42 份种质资源叶片营养成分含量的测定结果(表 2)可以看出, 藏茴香各种质叶片中维生素 C 的含量在 154.1 ~

基金项目 青海省科技厅资助项目(2018-ZJ-752); 国家自然科学基金项目(31560083)。

作者简介 李顺娟(1990—), 女, 青海西宁市人, 助理工程师, 在读硕士, 从事野生植物资源开发利用及林业产业相关研究。* 通信作者, 教授, 硕士生导师, 从事野生植物资源保护利用研究。

收稿日期 2021-09-15; **修回日期** 2021-10-18

770.4 mg/kg, 均值为 485.2 mg/kg, 变异系数为 32.37%; 氨基酸含量在 350.4~4 761.9 mg/kg, 均值为 1 817.7 mg/kg, 变异系数为 44.91%, 差异极显著; 总糖含量在 30.8~310.1 g/kg, 均值为 118.4 g/kg, 变异系数 45.78%; 可溶性蛋白质含量在

64.1~81.4 g/kg, 均值为 71.9 g/kg, 变异系数为 5.90%; 纤维素含量在 335.0~731.2 mg/kg, 均值为 545.3 mg/kg, 变异系数 21.06%。各种质间除可溶性蛋白质含量差异较小外, 其余 4 种营养成分含量差异较大。

表 1 不同藏茴香种质资源来源及生境

Table 1 Sources and habitats of different germplasm resources seed of *Carum carvi*

编号 No.	地点 Site	海拔 Elevation//m	生境 Habitat	纬度 Latitude	经度 Longitude
1	贵德县河西镇	2 278	田埂旁	36°02'N	101°39'E
2	乐都区瞿昙镇	2 440	农舍旁	36°21'N	102°17'E
3	同仁县隆务镇	2 536	小溪边	35°29'N	102°00'E
4	湟中县上五庄	2 584	田边荒地	36°49'N	101°24'E
5	互助县许家村	2 659	田边水沟	36°55'N	102°00'E
6	互助台子乡	2 699	田埂边	36°54'N	101°55'E
7	大通县宝库乡	2 718	农舍旁	37°15'N	101°30'E
8	互助卓扎沟	2 758	田边荒地	36°53'N	102°01'E
9	湟源县大华乡	2 759	河滩地	36°41'N	101°12'E
10	循化县文都乡	2 831	田边水沟	35°46'N	102°23'E
11	贵德县尕让乡	2 848	田边水沟	36°15'N	101°33'E
12	循化县尕楞乡	2 859	田埂边	35°47'N	102°13'E
13	大通县青山乡	2 875	田边荒地	37°05'N	101°29'E
14	祁连县八宝镇	2 901	水渠边	37°25'N	101°36'E
15	乌兰县希里沟镇郊区	2 971	田边荒地	36°36'N	98°26'E
16	湟源县日月乡	2 976	田埂边	36°33'N	101°10'E
17	大通县察汗河	3 016	路边	37°15'N	101°30'E
18	门源县北山乡	3 047	农田边	37°55'N	100°58'E
19	甘肃甘南夏河县尼麻隆乡	3 123	农田边	34°07'N	102°39'E
20	大通县青林乡	3 141	撂荒地	37°08'N	101°14'E
21	共和县江西沟乡	3 221	公路边	36°35'N	100°27'E
22	甘肃甘南碌曲郎木寺	3 271	路边荒地	33°03'N	101°32'E
23	兴海县河卡镇东郊	3 283	路边荒地	35°53'N	99°58'E
24	共和县青海湖 151	3 305	高山草原	36°30'N	99°54'E
25	门源县青石嘴镇马场乡	3 305	农田边	34°45'N	102°36'E
26	都兰县夏日哈镇	3 386	田边渠旁	36°25'N	98°08'E
27	门源县峨堡镇阿柔乡	3 411	高山草原	37°38'N	101°19'E
28	四川省阿坝县	3 450	农田边	33°28'N	102°28'E
29	班玛县江日堂乡	3 527	屋旁荒地	32°56'N	100°44'E
30	甘肃省甘南唐克	3 599	高山草原	33°28'N	101°28'E
31	囊谦县香达镇东郊	3 614	路边荒地	32°12'N	96°30'E
32	囊谦县白扎乡	3 647	路边荒地	32°04'N	96°30'E
33	囊谦县觉拉乡	3 688	农田边	32°22'N	96°25'E
34	称多县称文镇	3 728	河滩地	32°38'N	96°35'E
35	久治县白玉乡	3 758	高山草甸	33°16'N	100°39'E
36	称多县称文镇西郊	3 805	路边荒地	33°21'N	97°00'E
37	玉树州称多县下庄村	3 820	田埂边	33°22'N	97°06'E
38	果洛州玛沁县	3 903	屋旁荒地	32°51'N	96°59'E
39	玉树县巴塘乡	3 903	高山草甸	33°22'N	97°65'E
40	玉树县下拉秀乡	3 912	高山草甸	32°09'N	96°31'E
41	达日县窝赛乡	3 975	高山草甸	33°37'N	99°48'E
42	甘德县上贡麻乡	4 022	高山草甸	33°53'N	99°37'E

2.2 不同藏茴香种质营养成分及其与海拔的相关性分析 对不同藏茴香种质营养成分与海拔之间的相关性以及

各营养成分之间的相关性进行分析, 结果表明(表 3), 维生素 C、总糖与海拔呈负相关, 氨基酸、可溶性蛋白质与海拔呈

表2 不同藏茴香种质资源叶片营养成分含量的比较

Table 2 Comparison of nutrient content in leaves among different germplasm resources of *Carum carvi*

编号 No.	维生素 C Vitamin C mg/kg	氨基酸 Amino acid mg/kg	总糖 Total sugar g/kg	可溶性 蛋白质 Soluble protein g/kg	纤维素 Cellulose mg/kg
1	345.4	1 987.5	68.6	69.5	335.0
2	181.8	2 173.0	119.5	69.0	362.8
3	536.7	2 476.1	138.2	68.9	482.1
4	582.6	1 828.4	120.5	69.7	377.8
5	437.2	2 388.1	130.2	64.1	434.8
6	512.9	399.9	310.1	75.6	476.1
7	679.5	1 651.4	195.6	81.4	429.5
8	532.4	1 302.3	237.7	68.0	408.5
9	718.4	1 657.8	69.3	75.1	505.3
10	704.7	1 062.0	112.0	74.5	399.5
11	686.0	2 426.3	71.6	67.2	428.0
12	386.0	2 022.2	132.4	74.8	396.5
13	437.2	1 042.4	180.7	75.3	491.1
14	475.5	1 910.4	117.8	68.6	595.4
15	432.9	2 149.9	123.8	67.0	591.6
16	519.5	1 869.1	177.2	68.7	503.8
17	694.7	1 556.0	30.8	66.8	413.8
18	340.1	1 710.9	111.9	68.7	607.4
19	597.7	1 314.6	102.8	64.7	550.3
20	770.4	713.7	256.6	72.9	437.8
21	714.2	1 081.6	71.9	76.2	539.8
22	677.4	636.5	40.3	78.4	476.1
23	451.6	2 723.3	138.2	69.3	667.4
24	467.5	1 754.1	56.9	66.6	533.1
25	271.0	1 176.5	114.5	76.7	592.3
26	379.9	1 528.0	99.3	79.5	506.1
27	670.7	1 425.8	125.9	71.7	629.9
28	239.1	1 838.5	101.8	74.7	533.8
29	517.5	1 726.0	84.4	73.6	709.4
30	611.0	350.4	74.1	76.7	550.3
31	305.5	1 952.7	108.6	75.5	589.3
32	316.1	1 554.0	94.3	72.8	731.2
33	366.6	2 215.6	90.4	67.9	723.6
34	350.7	1 926.2	126.2	71.0	576.6
35	421.8	3 573.3	120.6	75.4	706.4
36	590.6	1 332.6	110.8	75.3	553.3
37	546.9	1 494.7	95.0	70.2	534.6
38	154.1	2 604.7	73.9	67.8	660.6
39	401.1	2 179.3	113.8	68.6	689.9
40	600.3	1 599.6	123.9	71.9	728.1
41	347.7	3 267.4	90.1	71.9	727.4
42	407.1	4 761.9	111.8	78.2	714.6
均值 Mean value	485.2	1 817.7	118.4	71.9	545.3
变异系 数 CV//%	32.37	44.91	45.78	5.90	21.06

正相关,但均未达到显著水平;纤维素与海拔呈极显著正相关;维生素 C 与氨基酸呈极显著负相关,与纤维素呈负相关,而与可溶性蛋白质、总糖呈正相关;氨基酸与总糖、可溶性蛋白质呈负相关,与纤维素呈极显著正相关;总糖与可溶性蛋白质呈正相关,与纤维素呈负相关;可溶性蛋白质与纤维素呈正相关。

2.3 营养品质评价 从表 4 可以看出,42 份藏茴香种质资源中,营养品质居上(平均隶数函数值 >0.5)的有 10 个种质,分别是 42、35、7、40、20、41、6、27、29、23 号种质,占测试种质的 23.81%。品质位次居中($0.4 < \text{平均隶数函数值} \leq 0.5$)的有 18 个种质,分别是 21、36、9、39、32、26、13、31、33、30、16、3、22、10、14、25、34、15 号种质,占测试种质的 42.86%。品质位次居下($0.3 < \text{平均隶数函数值} \leq 0.4$)的有 12 个种质,分别是 37、8、11、12、18、28、19、4、38、24、5、17 号种质,占测试种质的 28.57%。营养品质位次较差(平均隶数函数值 ≤ 0.3)的有 2 个种质,分别是 1 号和 2 号,占测试种质的 4.76%。

3 结论与讨论

42 份藏茴香种质常规营养成分测定结果表明,维生素 C 平均含量 485.2 mg/kg,氨基酸平均含量 1 817.7 mg/kg,总糖平均含量 118.4 g/kg,可溶性蛋白质平均含量 71.9 g/kg,纤维素平均含量 545.3 mg/kg。各种质间可溶性蛋白质含量差异不大,而总糖、氨基酸、维生素 C、纤维素含量差异较大。

维生素 C、总糖与海拔呈负相关,氨基酸、可溶性蛋白质与海拔呈正相关,纤维素与海拔呈极显著正相关;维生素 C 与氨基酸呈极显著负相关,与纤维素呈负相关,而与可溶性蛋白质、总糖呈正相关;氨基酸与总糖、可溶性蛋白质呈负相关,与纤维素呈极显著正相关;总糖与可溶性蛋白质呈正相关,与纤维素呈负相关;可溶性蛋白质与纤维素呈正相关。

通过模糊数学的平均隶数函数值计算,可将 42 份藏茴香种质叶片常规营养品质分为 4 个等次,品质较优的有 10 个种质,居中的有 18 个种质,较次的有 12 个种质,较差的有 2 个种质。综合营养价值在前 3 位的分别是第 42 号、第 35 号、第 7 号种质。

此次试验初步测定了藏茴香的主要营养成分,并进行了初步评价,可为菜用型藏茴香种质的筛选提供依据。而蔬菜营养价值还包括各种矿质元素含量,下一步还需对不同藏茴香种质的矿质元素含量进行测定,结合农艺性状观测,从而综合筛选出营养成分相对全面、品质优良的菜用型种质。

表3 不同藏茴香种质营养成分之间及其与海拔的相关性分析

Table 3 Correlation among nutrient components of different germplasm of *Carum carvi* and nutrient components with altitude

项目 Item	海拔 Altitude	维生素 C Vitamin C	氨基酸 Amino acid	总糖 Total sugar	可溶性蛋白质 Soluble protein	纤维素 Cellulose
海拔 Altitude	1					
维生素 C Vitamin C	-0.22	1				
氨基酸 Amino acid	0.26	-0.41**	1			
总糖 Total sugar	-0.28	0.09	-0.21	1		
可溶性蛋白质 Soluble protein	0.20	0.13	-0.20	0.11	1	
纤维素 Cellulose	0.82**	-0.30	0.39**	-0.20	0.04	1

注:**表示具有极显著相关关系($P < 0.01$)

Note:** means extremely significant correlation ($P < 0.01$)

表 4 不同藏茴香种质叶片营养成分评价

Table 4 Evaluation of nutritional quality of leaves among different germplasm of *Carum carvi*

编号 No.	平均隶数函数值 Average scribe function value	位次 Grade	编号 No.	平均隶数函数值 Average scribe function value	位次 Grade
1	0.226	42	22	0.426	23
2	0.226	41	23	0.509	10
3	0.427	22	24	0.313	38
4	0.357	36	25	0.411	26
5	0.306	39	26	0.440	16
6	0.523	7	27	0.521	8
7	0.595	3	28	0.369	34
8	0.396	30	29	0.517	9
9	0.482	13	30	0.434	20
10	0.422	24	31	0.438	18
11	0.379	31	32	0.453	15
12	0.378	32	33	0.436	19
13	0.439	17	34	0.405	27
14	0.421	25	35	0.615	2
15	0.402	28	36	0.483	12
16	0.431	21	37	0.397	29
17	0.301	40	38	0.340	37
18	0.371	33	39	0.454	14
19	0.368	35	40	0.557	4
20	0.532	5	41	0.526	6
21	0.488	11	42	0.695	1

参考文献

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1987:408-409.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1985:275-277.
- [3] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1996:270-273.
- [4] 阎红. 西餐中的香辛料[J]. 四川烹饪高等专科学校学报,2000(2):19.
- [5] 李敏杰,陆兆新,赵海珍. 超声波辅助-盐析-水蒸气蒸馏法提取葛缕子精油的研究[J]. 食品工业科技,2013,34(11):99-103,107.
- [6] 谭睿,王波,陈士林. 气相色谱-质谱法分析藏茴香药材挥发油成分[J]. 中药材,2003,26(12):869-870.

(上接第 154 页)

参考文献

- [1] 王菲,王建宇,贺婧,等. 压砂瓜连作对土壤酶活性及理化性质影响[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(5):108-114.
- [2] 王志强,刘声锋,郭守金,等. 宁夏中部干旱地区压砂瓜产业现状和发展对策研究[J]. 宁夏农林科技,2013,53(6):76-78,97.
- [3] 王菲,王建宇,王幼奇. 宁夏荒地压砂年限与土壤理化性质研究[J]. 北方园艺,2014(13):181-185.
- [4] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准 生物有机肥:NY 884—2004[S]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [5] 孙家骏,付青霞,谷浩,等. 生物有机肥对猕猴桃土壤酶活性和微生物群落的影响[J]. 应用生态学报,2016,27(3):829-837.
- [6] 沈德龙,曹凤明,李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料,2007(6):1-5.
- [7] 唐宇,包慧芳,詹发强,等. 化肥减施条件下配施生物有机肥对番茄生长及品质的影响[J]. 新疆农业科学,2019,56(5):841-854.
- [8] 谭军利,田军仓,王西娜,等. 不同生物有机肥对老压砂地西瓜生长及产量的影响[J]. 宁夏大学学报(自然科学版),2016,37(4):476-481.
- [9] 曾强,李小龙,汪莹,等. 生物有机肥和土壤调理剂对烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 河南农业科学,2014,43(11):36-40.
- [10] 凌宁,王秋君,杨兴明,等. 根际施用微生物有机肥防治连作西瓜枯萎病研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(5):1136-1141.
- [11] 吕卫光,杨广超,沈其荣,等. 有机肥对连作西瓜生长和土壤微生物区

- [7] 曾攀屹,林鹏程,姚晶. GC-MS 结合保留指数分析玉树野生藏茴香和人工种植藏茴香挥发成分[J]. 安徽农业科学,2014,42(25):8556-8557,8612.
- [8] 司学政,沈宁东,朱惠琴,等. 藏茴香精油提取工艺优化研究[J]. 青海大学学报,2020,38(6):27-33.
- [9] 沈宁东,韦梅琴,李军乔. 藏茴香种子形态及萌发特性研究[J]. 中国园艺文摘,2009,25(8):34-36.
- [10] 沈宁东,韦梅琴,李军乔. 藏茴香种子休眠机理的初步研究[J]. 中国种业,2010(8):55-57.
- [11] 沈宁东,韦梅琴,李宗仁,等. 不同海拔藏茴香叶片解剖结构比较研究[J]. 北方园艺,2014(16):31-34.
- [12] 韦梅琴,沈宁东,韦静. 藏茴香不同海拔高度的叶表皮结构比较[J]. 北方园艺,2016(5):1-4.
- [13] 沈宁东,韦梅琴,李宗仁,等. 高寒地区不同海拔藏茴香茎解剖结构比较研究[J]. 广西植物,2015,35(2):194-199.
- [14] 阎卉,靳文仙,王成港. 气相法同时测定不同产地藏茴香中葛缕酮和柠檬烯含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(11):97-99.
- [15] 白雪,曾攀屹,马家麟,等. 藏茴香超临界 CO₂ 萃取物的化学成分及抗菌活性的研究[J]. 中国食品添加剂,2016(2):106-111.
- [16] KOCIĆ-TANACKOV S, DIMIĆ G, JAKŠIĆ S, et al. Effects of caraway and juniper essential oils on aflatoxigenic fungi growth and aflatoxins secretion in polenta[J]. Journal of food processing and preservation, 2019, 43(12): 55-58.
- [17] FANG R, JIANG C H, WANG X Y, et al. Insecticidal activity of essential oil of *Carum carvi* fruits from China and its main components against two grain storage insects[J]. Molecules, 2010, 15(12): 9391-9402.
- [18] 赵端,沈宁东,朱惠琴. 不同种质藏茴香鲜叶总黄酮含量比较[J]. 北方园艺,2020(24):89-96.
- [19] 张存彦. 复方藏茴香肠溶液体硬胶囊的研制[D]. 天津:天津中医药大学,2005.
- [20] 卡斯木·卡哈尔,阿不都西克日·阿不都力米提,艾尼瓦尔·吾买尔,等. 藏茴香水提物对高脂血症大鼠血脂及肝功能的影响[J]. 新疆医科大学学报,2014,37(12):1581-1584.
- [21] SHERAFATMANESH S, EKRAMZADEH M, TANIDEH N, et al. The effects of thylakoid-rich spinach extract and aqueous extract of caraway (*Carum carvi* L.) in letrozole-induced polycystic ovarian syndrome rats [J]. BMC complementary medicine and therapies, 2020, 20(1): 193-205.
- [22] KESHAVARZ A, MINAIYAN M, GHANNADI A, et al. Effects of *Carum carvi* L. (Caraway) extract and essential oil on TNBS-induced colitis in rats[J]. Research in pharmaceutical sciences, 2013, 8(1): 1-8.
- [23] 西北农业大学. 基础生物化学实验指导[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1986:6-108.
- [24] 张部昌,袁华玲,刘才宇. 安徽萝卜品种资源营养成分分析与评价[J]. 作物品种资源,1999(2):41-42.
- [12] 朱震,陈芳,肖同建,等. 拮抗菌生物有机肥对番茄根结线虫的防治作用[J]. 应用生态学报,2011,22(4):1033-1038.
- [13] 李红丽,郭夏丽,李清飞,等. 抑制烟草青枯病生物有机肥的研制及其生防效果研究[J]. 土壤学报,2010,47(4):798-801.
- [14] 谭军利,田军仓,王西娜,等. 生物有机肥对老压砂地西瓜生长及产量影响[J/OL]. 中国科技论文在线[2015-11-11]. <http://www.paper.edu.cn/html/releasepaper/2015/11/164/>.
- [15] 曹丹,宗良纲,肖峻,等. 生物肥对有机黄瓜生长及土壤生物学特性的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(10):2587-2592.
- [16] 张云伟,徐智,汤利,等. 不同有机肥对烤烟根际土壤微生物的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(9):2551-2556.
- [17] 曲成闯,陈效民,韩召强,等. 施用生物有机肥对黄瓜不同生育期土壤肥力特征及酶活性的影响[J]. 水土保持学报,2017,31(6):279-284.
- [18] 李停锋,李雯,郭君钰,等. 生物有机肥对连作压砂田土壤肥力及西瓜品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2020(5):109-116.
- [19] 哈雪姣,左继民,司长城,等. 施用生物有机肥及生物菌剂对西瓜产量、品质及土壤养分含量的影响[J]. 中国瓜菜,2018,31(10):45-48.
- [20] 张迎春,颜建明,郁继华,等. 生物有机肥部分替代化肥对莴笋生长、产量及品质的影响[J]. 干旱地区农业研究,2020,38(1):66-73.
- [21] 吴平江,夏叶,薛勇,等. 不同生物有机肥对绿洲温室番茄生长及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2019,47(2):144-146.
- [22] 胡成,刘东海,乔艳,等. 施用生物有机肥对土壤酶活性及作物产量的影响[J]. 华北农学报,2017,32(S1):308-312.