

DOI:10.11937/bfyy.201622005

沙枣种质资源表型性状与果实品质多样性

徐 金, 于文章, 倪 伟, 毛云飞, 刘 青, 沈 向

(山东农业大学 园艺科学与工程学院, 作物生物学国家重点实验室, 山东 泰安 271018)

摘 要:以甘肃、内蒙古等地搜集的沙枣种质资源为试材,通过比较变异系数及遗传多样性指数,并采用聚类分析法对其性状进行分析,评价沙枣种质资源优劣,选育优势资源;分析沙枣种质的多样性,为今后选育高产优质的新品种、开发适合盐碱土栽培高经济附加值的果树资源提供理论依据。结果表明:5个质量性状以果面颜色的遗传多样性指数最高;枝有无刺遗传多样性指数最低;11个数量性状的遗传多样性指数变化范围在1.262 5~1.765 1,其中维生素C含量及单果质量遗传多样性指数较高,变异系数较大;民勤县泉山镇沙枣种质资源变异系数最大,民勤县重兴乡沙枣种质资源变异系数最小,遗传性状稳定;48份沙枣种质聚类后可分为四大类,第II类群具有较优质的外观,第III类群具有较高的营养价值。其中12、17号果实外观品质好,45、38号营养价值高,46、47、26号有较优的外观品质及营养价值。

关键词:沙枣;种质资源;多样性;聚类分析

中图分类号:S 665.102 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)22-0020-05

沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)属胡颓子科胡颓子属植物,生长于半荒漠、荒漠地带,在我国主要分布于西北各省及内蒙古西部^[1-3]。为落叶乔木或灌木,树枝稠密、具枝刺。果实含有丰富的糖类、黄酮等物质,可以调节人体血液循环,提高机体免疫力;枝、叶、花在降三高、抗衰老、健脾胃等方面有显著功效,是良好的药用资源^[4-6]。沙枣具有抗风沙、耐盐碱、适应性强等特点,常作为西北地区防风固沙、街道绿化的主要树种,是沙漠里的“宝树”,具有较高的经济价值和利用价值^[7]。

近年来生物措施改良盐碱地被公认为是最有效的途径,且盐碱地修复也有利于植被的恢复^[8-9]。目前已有利用生物措施改良盐碱地的相关报道^[10-12]。沙枣作为盐碱地先锋,不仅有良好的抗盐碱能力,而且其根系具有固氮作用,可有效改善土壤肥力,近年来已被河北、黑龙江、河南、山西等地引种栽培,用于防风固沙和改良

土壤^[13]。东营地区作为山东省面积最大的待开发盐碱地,土壤含盐量高,土壤盐渍化严重。在该地区选择典型性的试验地块进行沙枣优选资源的复选和示范,具有重要现实意义和代表性。

开发适合盐碱土栽培高经济附加值的果树资源,不仅具有良好的生态效益,更具备可持续发展的潜质。沙枣具有较高的经济价值,且抗盐效果明确,不仅可为绿化提供良好材料,也可形成新的产业增长点,实为拓展盐碱地生产的果树不二之选。目前在沙枣引种及栽培研究中存在的问题是优良品种选育工作滞后,这从根本上阻碍了沙枣的推广应用^[14-15]。因此,选育高产优质的新品种也是目前亟待解决的问题。对沙枣表型性状多样性的分析,可以更好、更全面地了解沙枣的特性,加速优良品种的筛选进程,为沙枣有目的地引种及利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料共48份,取自甘肃、内蒙古等沙枣集中分布区。其中甘肃古浪县定宁镇19份,编号为1~19;内蒙阿拉善右旗雅布赖镇6份,编号为20~25;甘肃民勤县泉山镇10份,编号为26~35;甘肃民勤县红沙岗镇8份,编号为36~43;甘肃民勤县重兴乡5份,编号为44~48(表1)。

1.2 试验方法

每份种质选10个果实调查和测定各参数。果实测

第一作者简介:徐金(1992-),女,山西运城人,硕士研究生,研究方向为果树生理学。E-mail:xujin0620@126.com.

责任作者:沈向(1966-),男,山东曲阜人,教授,现主要从事果树种质资源评价及生物技术育种等研究工作。E-mail:guanshang-haitang@126.com.

基金项目:国家科技支撑计划专项资助项目(2014BAD16B02);现代农业产业技术体系专项资助项目(CARS-28);公益性行业科技专项资助项目(20B03093);山东省现代农业产业技术体系创新团队资助项目(SDAIT-06-07)。

收稿日期:2016-07-25

表 1 沙枣种质资源来源、编号

Table 1 Codes and origins of *Elaeagnus* germplasm resources

来源 Origin	数量 No.	编号 Code
甘肃古浪县定宁镇	19	1~19
内蒙阿拉善右旗雅布赖镇	6	20~25
甘肃民勤县泉山镇	10	26~35
甘肃民勤县红沙岗镇	8	36~43
甘肃民勤县重兴乡	5	44~48

定果实纵径、果实横径、果实形状、果实颜色、果柄长度、单果质量、果肉总糖、总黄酮、维生素 C; 枝条测定枝条颜色、枝有无刺; 叶片测定叶片纵径、叶片横径、叶柄长度、叶片覆盖鳞片程度、叶绿素含量。

1.3 项目测定

用电子游标卡尺测量果实纵径、果实横径、果柄长度; 叶片纵径、叶片横径、叶柄长度; 根据果实纵径/横径计算果形指数。电子天平称量果实单果质量。叶面通过解剖镜观察。叶绿素含量采用 SPAD-502 便携叶绿素仪进行测定。果肉总糖含量采用蒽酮硫酸比色法测定^[16]。总黄酮含量测定参照马彦芳^[17]方法。维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[18-19]。质量性状测定可参考生利霞^[20]、王晓荣等^[21]、王官等^[22]方法, 制定统一标准, 根据表型赋值。

数量性状测定参考石胜友等^[23]方法, 将数量性状进行分级。果实纵径(cm): 1.2 以下为 1, 1.2~1.3 为 2, 1.3~1.4 为 3, 1.4~1.5 为 4, 1.5~1.6 为 5, 1.6 以上为 6。果实横径(cm): 1.0 以下为 1, 1.0~1.1 为 2, 1.1~1.2 为 3, 1.2~1.3 为 4, 1.3 以上为 5。果柄长度(cm): 0.3 以下为 1, 0.3~0.4 为 2, 0.4~0.5 为 3, 0.5~0.6 为 4, 0.6 以上为 5。单果质量(g): 0.6 以下为 1, 0.6~0.7 为 2, 0.7~0.8 为 3, 0.8~0.9 为 4, 0.9~1.0 为 5, 1.0~1.1 为 6, 1.1 以上为 7。叶片纵径(cm): 4.0 以下为 1, 4.0~5.0 为 2, 5.0~6.0 为 3, 6.0~7.0 为 4, 7.0 以上为 5。叶片横径(cm): 1.2 以下为 1, 1.2~1.4 为 2, 1.4~1.6 为 3, 1.6~1.8 为 4, 1.8 以上为 5。叶柄长度(cm): 0.9 以下为 1, 0.9~1.0 为 2, 1.0~1.1 为 3, 1.1~1.2 为 4, 1.2~1.3 为 5。叶绿素含量: 65 以下为 1, 65~70 为 2, 70~75 为 3, 75~80 为 4, 80 以上为 5。果肉总糖(%): 35 以下为 1, 35~45 为 2, 45~55 为 3, 55~65 为 4, 65 以上为 5。总黄酮(mg·(100g)⁻¹): 500 以下为 1, 500~600 为 2, 600~700 为 3, 700~800 为 4, 800~900 为 5, 900 以上为 6。维生素 C(mg·(100g)⁻¹): 500 以下为 1, 500~700 为 2, 700~900 为 3, 900~1 100 为 4, 1 100~1 300 为 5, 1 300 以上为 6。果实形状: 椭圆形为 1, 卵圆形为 2, 圆形为 3。果实颜色: 红色为 1, 橘红为 2, 深红为 3, 橘黄为 4, 黄色为 5。叶片覆盖鳞片程度: 正常为 1, 较多为 2。枝条颜色: 栗色为 1, 灰褐色为 2, 浅灰色为 3。枝有无

刺: 有刺为 1, 无刺为 2。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17 数据分析软件进行统计分析, 计算不同地区沙枣数量性状的均值、标准差、变异系数, 进行变异程度比较。引进的沙枣种质资源品质性状多样性利用 Shannon-Weinner 多样性指数(H')表示, 计算公式如下: $H' = -\sum P_i \times \ln P_i$, 式中 P_i 为某一性状第 i 级别材料份数占总份数的百分比, \ln 为自然对数^[24-26]。

2 结果与分析

2.1 质量性状多样性分析

沙枣种质资源质量性状多样性分析(表 2)表明, 5 个质量性状遗传多样性指数从高到低依次是果面颜色>枝条颜色>果实形状>鳞片覆盖程度>枝有无刺。果面颜色的多样性指数最高(1.404 5), 主要以橘黄色、橘红色、红色为主; 果实形状主要为椭圆形及卵圆形; 叶片银白色鳞片覆盖程度较高; 枝干颜色以灰褐色、栗色为主; 枝有无刺遗传多样性指数最低(0.621 1), 有刺居多。从不同来源质量性状遗传多样性指数均值分析, 果实遗传多样性指数大于枝条及叶片, 说明沙枣质量性状变异中, 果实多样性程度较高, 枝条及叶片质量相对稳定。

表 2 沙枣种质资源质量性状频率分布及多样性

Table 2 Frequency distribution and diversity index of *Elaeagnus* on qualitative characteristics

性状 Characteristic	多样性指数 Diversity index(H')	频率分布 Frequency distribution				
		1	2	3	4	5
果实形状 Fruit shape	0.743 8	0.353 8	0.257 6	0.132 4		
果面颜色 Fruit color	1.404 5	0.363 5	0.326 8	0.173 3	0.367 6	0.173 3
鳞片覆盖程度 Scale coverage	0.671 3	0.304 4	0.366 8			
枝条颜色 Branch color	0.785 2	0.339 8	0.364 8	0.080 7		
枝有无刺 Branch thorn	0.621 1	0.363 5	0.257 6			

2.2 数量性状多样性分析

由表 3 可知, 沙枣种质数量性状的遗传多样性指数变化范围在 1.262 5~1.765 1, 高于质量性状遗传多样性指数, 说明沙枣数量性状多样性更丰富。其中维生素 C 含量及单果质量变异系数较大, 分别达到 35.31%、24.88%, 遗传多样性指数较高, 分别为 1.765 1、1.763 6, 表明沙枣在维生素 C 含量及单果质量中遗传变异较丰富; 果柄长遗传多样性指数最低, 为 1.262 5; 果实纵径、横径、叶绿素含量变异系数较小, 其中叶绿素含量变异系数最小, 为 8.97%, 遗传性状相对稳定。11 个数量性状测定中, 果实遗传多样性指数均值为 1.589 6, 叶片遗传多样性指数均值为 1.560 5, 沙枣数量性状变异中, 果实多样性程度较高。

表 3 沙枣种质资源数量性状遗传多样性分析

Table 3 Genetic diversity analysis of *Elaeagnus* quantitative characteristics

性状 Characteristic	最大值 Max	最小值 Min	均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV/%	多样性指数 Diversity index(H')
果实纵径 Fruit longitudinal diameter/cm	2.03	1.12	1.44	0.15	10.50	1.714 7
果实横径 Fruit transverse diameter/cm	1.37	0.79	1.10	0.11	10.47	1.457 7
果柄长 Stalk length/cm	0.64	0.22	0.40	0.08	20.14	1.262 5
单果质量 Fruit weight/g	1.62	0.42	0.83	0.22	24.88	1.763 6
果肉总糖含量 Flesh total sugar content/%	69.37	33.01	49.01	7.68	15.35	1.436 2
果肉总黄酮含量 Flesh total flavonoids content/($\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)	1 548	421	901	159	19.09	1.727 3
维生素 C 含量 Vitamin C content/($\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)	1 676	317	829	286	35.31	1.765 1
叶片长 Leaf length/cm	7.22	3.60	5.30	0.76	14.22	1.385 1
叶片宽 Leaf width/cm	2.12	1.04	1.54	0.24	15.83	1.560 5
叶柄长 Petiole length/cm	1.44	0.72	1.08	0.17	15.59	1.721 2
叶绿素含量 Chlorophyll content/SPAD	84.28	59.18	72.21	6.44	8.97	1.575 0

2.3 不同地区沙枣种质遗传多样性

从变异系数可以看出,不同地区沙枣种质资源在所考察的 11 个数量性状间存在较大变异(表 4)。其中民勤县重兴乡果实纵、横径均值较大,变异系数较小,遗传性状稳定;不同地区单果质量存在较大变异,其中古浪县定宁镇变异系数较大且单果质量均值较高;除内蒙阿拉善右旗雅布赖镇果柄长变异较小(8.69%),其它 4 地均存在较大变异;民勤县红沙岗镇果肉总糖变异系数最大(24.38%),内蒙阿拉善右旗雅布赖镇最稳定(5.97%);除民勤县重兴乡外,其余地区果肉总黄酮含量遗传变异较丰富,其中民勤县重兴乡及民勤县红沙岗镇

果肉总糖、总黄酮均值较高;不同地区维生素 C 含量差别较大,遗传变异丰富,其中民勤县重兴乡维生素 C 含量均值较高;除民勤县红沙岗镇叶片宽变异系数较大(20.54%)外,其它各地沙枣叶片长及宽差异较小;内蒙阿拉善右旗雅布赖镇在叶柄长变异系数最大(22.45%),民勤县红沙岗镇则相对稳定(9.04%);不同地区叶绿素含量变异系数较小,遗传性状较稳定。民勤县泉山镇沙枣种质资源变异系数均值较大(19.88%),具有更丰富的遗传变异;古浪县定宁镇次之(19.14%);民勤县重兴乡沙枣种质变异系数最小(13.59%),遗传性状比较稳定。

表 4 不同地区沙枣种质数量性状差异

Table 4 Quantitative characteristics difference of *Elaeagnus* in different regions

性状 Characteristic	内蒙阿拉善右旗雅布赖镇 Yabulai		甘肃民勤县红沙岗镇 Hongshagang		甘肃民勤县泉山镇 Quanshan		甘肃古浪县定宁镇 Dingning		甘肃民勤县重兴乡 Chongxing	
	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数
	Mean	CV/%	Mean	CV/%	Mean	CV/%	Mean	CV/%	Mean	CV/%
果实纵径 Fruit longitudinal diameter/cm	1.34	10.19	1.36	8.27	1.39	11.16	1.54	13.16	1.58	9.71
果实横径 Fruit transverse diameter/cm	1.06	12.72	1.17	4.09	1.06	12.57	1.10	14.35	1.13	8.61
果柄长 Stalk length/cm	0.37	8.69	0.36	11.93	0.45	27.51	0.40	25.47	0.44	27.12
单果质量 Fruit weight/g	0.86	34.48	0.83	17.28	0.74	25.77	1.07	33.35	0.66	13.53
果肉总糖含量 Flesh total sugar content/%	37.56	5.97	54.69	24.38	49.99	18.22	40.50	17.63	62.30	10.53
果肉总黄酮含量 Flesh total flavonoids content /($\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)	597	21.89	1 023	23.54	879	19.91	603	21.95	1 403	8.17
维生素 C 含量 Vitamin C content/($\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)	458	25.00	729	48.98	745	47.20	982	30.96	1 233	24.40
叶片长 Leaf length/cm	5.51	15.57	4.65	13.77	5.78	14.29	5.63	16.34	4.95	11.15
叶片宽 Leaf width/cm	1.78	12.17	1.46	20.54	1.59	16.13	1.45	14.70	1.40	15.62
叶柄长 Petiole length/cm	1.13	22.45	1.10	9.04	1.07	15.08	1.09	15.25	1.00	16.12
叶绿素含量 Chlorophyll content/SPAD	71.97	11.15	71.53	10.94	70.50	10.88	71.57	7.39	75.47	4.51

2.4 沙枣种质资源的聚类分析

综合沙枣 11 个数量性状进行聚类分析,建立了聚类树状图(图 1),48 份材料可聚为四大类群。第 I 类群共有 5 份材料,其中民勤县泉山镇沙枣种质资源 2 份,古浪县定宁镇 3 份。其主要特征是果实总糖、总黄酮、维生素 C 含量整体较高,具有较高的营养价值,且叶片纵、横径较大。第 II 类群共有 13 份材料,均来自古浪县定宁镇,该类群主要特征是果实纵横径较大,单果质量较

高,果实维生素 C 含量较高,但果实总糖、总黄酮含量偏低。其中 12、17 号外观品质较好;11 号维生素 C 含量较高。第 III 类群包含 12 份材料,其中民勤县重兴乡 4 份,民勤县红沙岗镇 3 份,民勤县泉山镇 2 份,古浪县定宁镇 2 份,内蒙阿拉善右旗雅布赖镇 1 份。其主要特征是果实总糖、总黄酮、维生素 C 含量整体很高,营养价值优于第 I 类群,部分果实具有较优的外观品质。其中 45、38 号果实总糖、总黄酮、维生素 C 含量均较高;46、47 号黄

酮含量、含糖量较高,且果实外观品质较优;44号黄酮含量、维生素C含量较高;26号果实外观较优。第IV类群包含18份材料,其中民勤县泉山镇共含6份,民勤县红沙岗镇、内蒙阿拉善右旗雅布赖镇各5份,民勤县重兴乡、古浪县定宁镇各1份。该类群主要特征为总黄酮含量较高,但维生素C含量偏低。41号黄酮含量较高,32号果肉总糖较高。

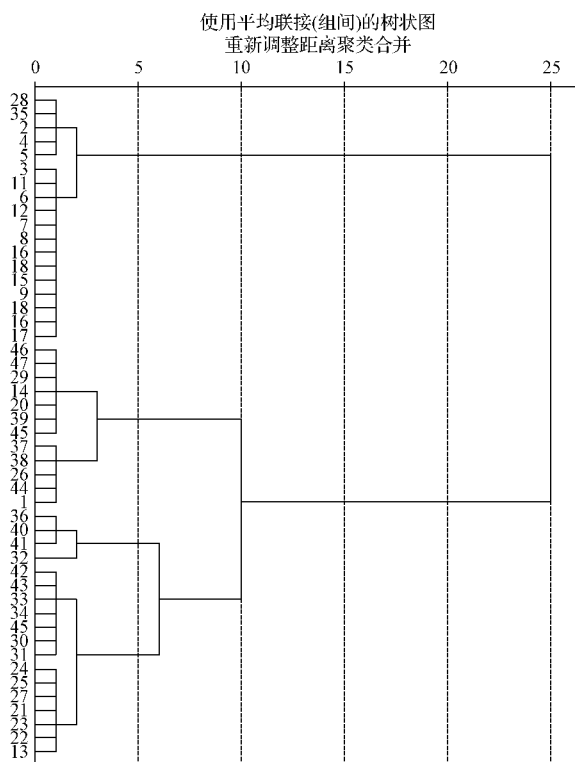


图1 沙枣种质资源聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis of *Elaeagnus* germplasm

3 讨论

种质资源是漫长自然进化过程形成的重要自然资源,蕴藏着各种性状的遗传基因,表型多样性是遗传多样性与环境多样性的综合体现,表型变异必然蕴藏着遗传变异,从表型性状上检测遗传变异是最直接、简便易行的方法^[27]。研究沙枣种质资源的表型变异,探索其遗传多样性的丰富程度,对于优质沙枣种质资源的挖掘利用、高产优质新品种的选育具有极其重要的意义。

试验采用遗传多样性指数 H' 对 48 份沙枣材料 5 个质量性状和 11 个数量性状进行分析。根据吴根松等^[28]对梅花表型多样性研究所述, H' 指数达到 1.000 即为多样性程度高。该研究结果表明,沙枣资源数量性状 H' (1.262 5~1.765 1) 高于质量性状 H' (0.621 1~1.404 5),说明数量性状遗传变异更丰富。各数量性状变异系数中,与果实品质相关的性状(如果实重量、果肉总糖、总黄酮含量、维生素 C 含量)变异较大,介于

19.09%~35.31%,对于更好的选择、利用现有资源,选育高品质、高营养价值的沙枣品种提供了可能。除遗传因素外,种质资源间的性状差异受环境影响较大,地理来源不同的种质由于环境条件不同,也会呈现不同的表现形式^[29]。对沙枣种质资源进行不同地区多样性研究,结果表明不同地区沙枣种质资源具有较丰富的遗传变异,其中民勤县重兴乡果实纵、横径均值较大,变异系数较小且果实总黄酮、总糖含量、维生素 C 含量高,可作为沙枣优质果品生产开发的选择;民勤县泉山镇、古浪县定宁镇沙枣种质资源变异系数均值较大,遗传多样性丰富,有利于沙枣的种质创新及拓展应用。聚类分析将 48 份材料分为四大类群,第 I、III 类群具有较高的营养价值,第 II 类群具有较优质的外观,其中 12、17 号果实外观品质好,45、38 号营养价值高,46、47、26 号综合性状表现好,是较为理想的材料选择,第 IV 类群综合表现相对较弱。

利用耐盐碱植物进行盐碱地生物治理,既可以改善生态环境,增加生态效益,又可以开展植物附属产业链开发,提高经济效益^[30]。作为一种的重要耐盐树种,沙枣带来的经济效益和生态效益已经越来越被人们所重视。但是到目前为止,对沙枣品质选优的工作开展较少,该研究通过对沙枣多样性进行分析,了解沙枣的遗传特性,筛选出优异资源,为引进沙枣种质的高效利用提供理论指导。此外,目前沙枣耐盐机理还不是很清楚,下一步开展沙枣耐盐机理的研究,为深入而全面地了解沙枣耐盐机理提供参考依据。

4 结论

沙枣种质资源数量性状遗传多样性指数高于质量性状,数量性状遗传变异更丰富,其中果实维生素 C 含量及单果质量遗传多样性指数较高。

从不同来源性状的遗传多样性指数均值比较,果实>叶片>枝条,说明果实部分性状的多样性程度最高。

民勤县泉山镇、古浪县定宁镇沙枣种质资源变异系数均值较大,遗传多样性丰富。

聚类分析结果表明,第 III 类群的 46、47、26 号综合性状表现好,是较为理想的材料选择。

参考文献

- [1] 张瑞,艾合买提江,邢军. 青梅、红枣、杏、葡萄、沙枣复合果汁饮料的研制[J]. 食品科技, 2004(3): 76-79.
- [2] FARBER J M. *Listeria monocytogenes* a food-borne pathogene[J]. Microbiological Reviews, 1991, 55(3): 476-511.
- [3] 罗丽,梁琪,米兰,等. 沙枣果的营养及功能特性[J]. 农产品加工: 学刊, 2013(2): 257-259.
- [4] 王雅,赵萍,王玉丽,等. 野生沙枣果实营养成分研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(6): 130-132.
- [5] LIN M, TODORIC D, MALLORY M. Monoclonal antibodies binding to

- the cell surface of *Listeria monocytogenes* serotype 4b[J]. Med Microbiol, 2006, 55: 291-299.
- [6] VITAS A I, AGUADOE V, GARCIA-JALON I. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in fresh and processed foods in Navarra (Spain)[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 90: 349-356.
- [7] 黄俊华, 买买提江, 杨昌友. 沙枣研究现状与展望[J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(3): 26-28.
- [8] 马晨, 马履一, 刘太祥, 等. 盐碱地改良利用技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2010, 23(2): 28-32.
- [9] DJANAGUIRAMAN M, SHEEBA J A, SHANKER A K, et al. Rice can acclimate to lethal level of salinity by pretreatment with sublethal level of salinity through osmotic adjustment[J]. Plant and Soil, 2006, 284(1/2): 363-373.
- [10] 李慧, 冯涛, 于玮玮, 等. 复合间作栽培模式对滨海盐渍土养分和有机质的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(15): 89-92.
- [11] 廉晓娟, 王正祥, 刘太祥, 等. 滨海盐土综合改良措施及效果分析[J]. 天津农业科学, 2010, 16(2): 5-7.
- [12] 卢兴霞, 周俊, 杨静慧, 等. 两种林木栽植对滨海重盐碱地化学特性的影响[J]. 西南师范大学学报, 2014, 39(9): 37-43.
- [13] 郭丽君, 王玉涛. 沙枣种质资源特性及利用价值[J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(5): 32-34.
- [14] 管文轲, 徐娜. 沙枣资源利用研究与开发现状述评[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(19): 119-121.
- [15] 王柏青, 黎敏霞, 王耀辉. 沙枣引种试栽的研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(23): 10957-10959.
- [16] 文亦夫, 董爱文, 李国章, 等. 蒽酮比色法测定紫花地丁中总糖及还原糖含量[J]. 现代食品科技, 2005, 21(3): 122-123.
- [17] 马彦芳. 沙枣叶中总黄酮的含量测定[J]. 西南民族大学学报, 2006, 32(6): 1179-1180.
- [18] 努尔墩麦提尼亚孜. 新疆沙枣果实品质考察[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2009.
- [19] 任磊, 靳韦, 肖东明, 等. 抗重茬微生物滴灌肥在玫瑰香葡萄上的应用效果[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(1): 48-52.
- [20] 生利霞. 沙棘主要性状评价与性别标记研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2004.
- [21] 王晓荣, 魏湖南. 沙枣生物学及其主要化学成分的研究[J]. 陕西农业科学, 2010(6): 47-50.
- [22] 王官, 韩有志, 英雄韬, 等. 不同品种大果沙棘叶片与果实特征的研究[J]. 山西林业科技, 2013, 42(1): 32-34.
- [23] 石胜友, 武红霞, 王松标, 等. 杞果种质果实品质性状多样性分析[J]. 园艺学报, 2011, 38(5): 840-848.
- [24] 蒋永超, 于立河, 薛盈文, 等. 引进春小麦种质资源与黑龙江省育成品种农艺性状的遗传多样性分析[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(10): 1378-1385.
- [25] 董俊丽, 王海岗, 陈凌, 等. 糜子骨干种质遗传多样性和遗传结构分析[J]. 中国农业科学, 2015, 48(16): 3121-3131.
- [26] 胡建斌, 马双武, 简在海, 等. 中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 612-619.
- [27] 吴如健, 万继锋, 韦晓霞, 等. 橄榄种质资源果实表型性状多样性分析及其数量分类研究[J]. 果树学报, 2015, 32(5): 797-805.
- [28] 吴根松, 孙丽丹, 郝瑞杰, 等. 梅花种质资源表型多样性研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(20): 12008-12009, 12012.
- [29] 张毅华, 张耀文, 张泽燕. 绿豆种质资源表型性状多样性分析[J]. 农学学报, 2013, 3(1): 15-19.
- [30] 杨升, 张华新, 陈秋夏, 等. NaCl 胁迫下不同种源沙枣的生理特性[J]. 核农学报, 2015, 29(11): 2215-2223.

Diversity of Phenotypic Traits and Fruit Quality of *Elaeagnus* Germplasm Resources

XU Jin, YU Wenzhang, NI Wei, MAO Yunfei, LIU Qing, SHEN Xiang

(College of Horticultural Science and Engineering, Shandong Agricultural University/State Key Laboratory for Crop Biology, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: *Elaeagnus* germplasm resources from Gansu and Inner Mongolia were used as test materials, the variation coefficient and genetic diversity index were compared, their characteristics by cluster analysis were analyzed, the quality of *Elaeagnus angustifolia* was evaluated and breeding resources were selected. In order to provide theoretical basis for the selection of new varieties with high yield and good quality and for the development of fruit tree resources which had high economic value and strong adaptability to saline alkali soil by analysis of diversity of *elaegnus* germplasm. The results showed that among the five quality traits, the genetic diversity index of fruit surface color was the highest, the genetic diversity index of branches was the lowest. The genetic diversity index of 11 quantitative traits were between 1.262 5—1.765 1, the content of vitamin C and fruit weight had the highest genetic diversity index and the maximum variation coefficient. The variation coefficient of *Elaeagnus* germplasm resources in Quanshan of Minqin county was the maximum. Chongxing of Minqin county with stable of genetic traits was minimum; the 48 materials were clustered into four groups, the II group had superior appearance, the III group had higher nutrition. Number 12, 17 had good appearance quality, number 45, 38 had good nutritional value, number 46, 47, 26 had better appearance quality and nutritional value.

Keywords: *Elaeagnus angustifolia*; germplasm resource; diversity; cluster analysis