

DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20241012001

# 基于同异分析法和隶属函数法的 谷子品种生态适应性分析

王淑君 刘俊芳 李 龙 闫宏山 韩明格  
(安阳市农业科学院,河南安阳 455000)

**摘要:**为了全面科学地评价谷子品种的生态适应性,筛选具有广泛适应性的谷子品种,利用同异分析法和隶属函数法对 17 个谷子品种的生态适应性进行了评价分析。结果表明,产量高于对照冀谷 168 且位于参试品种前 5 位的是 K281-2H、K175-1H、冀杂谷 10 号、朝谷 36 和京谷 4,同异分析法中联度值高且排在参试品种前 5 位的是 K281-2H、承谷 20 号、朝谷 36、冀杂谷 10 号和 K175-1H,隶属函数法中平均隶属函数值较大且排在参试品种前 5 位的是朝谷 36、K281-2H、京谷 4、冀杂谷 10 号和海南 59。综合各品种产量、同异分析法和隶属函数法分析结果可得,K281-2H、冀杂谷 10 号和朝谷 36 不仅丰产性好,而且生态适应性广,综合性状优良,可以跨生态区种植。

**关键词:**谷子;生态适应性;同异分析法;隶属函数法

## Analysis on Ecological Adaptability of Foxtail Millet Varieties Based on Similarity-Difference Analysis and Membership Function Method

WANG Shujun, LIU Junfang, LI Long, YAN Hongshan, HAN Mingge  
(Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang 455000, Henan)

谷子属于光温敏感作物,具有较强的区域适应性<sup>[1]</sup>。随着生产需求以及育种目标的改变,育种家对谷子品种的生态适应性要求越来越高,客观科学地综合评价谷子品种生态适应性对于新品种的利用和推广具有重要意义。同异分析法是一种结合模糊综合评判法、灰色多维综合评估法和集对论等的较为简便的综合分析方法<sup>[2]</sup>,近年来已被广泛应用于芝麻<sup>[3]</sup>、小麦<sup>[4]</sup>、甘蔗<sup>[5]</sup>、苦荞<sup>[6]</sup>等作物品种的综合评价。陈丹等<sup>[7]</sup>曾利用同异分析法对引进色稻在凉山州的适应性进行评价,研究认为同异分析法可通过综合参试品种的多个性状进行分析评价,结果全面客观。隶属函数分析法是

利用隶属函数值对评价对象的多项测定指标进行综合分析的方法<sup>[8]</sup>。武茹等<sup>[9]</sup>利用隶属函数法对长江中下游地区杂交中稻再生稻品种适应性进行了综合评价和筛选;李昌华等<sup>[10]</sup>利用隶属函数法对 10 个鸭茅品种在川中丘陵地区的适应性进行了研究;阿里别里根·哈孜太等<sup>[11]</sup>利用隶属函数法评价了新疆伊犁河谷地区引进大豆品种的生态适应性。目前,同异分析法和隶属函数法在谷子品种生态适应性分析评价中的应用较少。为此,本研究以参加 2023 年全国谷子品种跨生态区正式试验的 17 个谷子品种为试验材料,利用同异分析法和隶属函数法对其在不同生态条件下的产量、主要农艺性状和抗逆性等 13 个指标进行分析,综合评价其生态适应性,旨在筛选丰产性好,且具有广泛适应性的谷子品种,为新品种的应用和推广提供理论依据。

**基金项目:**河南省甘薯杂粮产业技术体系(HARS-22-04-Z1);河南省重点研发专项(231111110300);河南省农业良种联合攻关项目(2022010401-5);国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-06-14.5-B25)

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料 供试材料为参加 2023 年全国谷子

品种跨生态区正式试验的 17 个谷子品种,其中冀谷 168 为对照品种,具体品种名称和选育单位见表 1。

表 1 17 个参试谷子品种

编号	品种	选育单位
X <sub>1</sub>	豫谷 56	安阳市农业科学院
X <sub>2</sub>	济 21F6091	山东省农业科学院作物研究所
X <sub>3</sub>	济 21ST008	山东省农业科学院作物研究所
X <sub>4</sub>	济 21FH6086	山东省农业科学院作物研究所
X <sub>5</sub>	京谷 4	北京市农林科学院生物技术研究所、河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>6</sub>	K175-1H	北京市农林科学院生物技术研究所、河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>7</sub>	衡 2022-1	河北省农林科学院旱作农业研究所
X <sub>8</sub>	21H657	河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>9</sub>	21HB184	河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>10</sub>	冀杂谷 10 号	河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>11</sub>	承谷 20 号	承德市农林科学院
X <sub>12</sub>	朝谷 26	辽宁省旱地农林研究所
X <sub>13</sub>	朝谷 36	辽宁省旱地农林研究所
X <sub>14</sub>	海南 59	赤峰市农牧科学研究所
X <sub>15</sub>	九谷 39	吉林市农业科学院
X <sub>16</sub>	K281-2H	榆林市农业科学研究院、河北省农林科学院谷子研究所
X <sub>17</sub>	冀谷 168 (CK)	河北省农林科学院谷子研究所

**1.2 试验设计** 试验分别在山东济南,河北石家庄、沧州、张家口、承德,河南安阳、郑州,内蒙古赤峰、呼和浩特,陕西榆林、延安,山西晋中、长治、汾阳,辽宁朝阳、建平县,吉林省公主岭、白城、吉林市,黑龙江省哈尔滨 20 个县市设置试验点。采用随机区组设计,3 次重复,6~8 行区,留苗密度 45 万株/hm<sup>2</sup>,小区面积不小于 16m<sup>2</sup>,实收面积 13.34m<sup>2</sup>,收获时去掉边行及行头并计算折合每 hm<sup>2</sup> 产量。性状调查记载和田间管理严格按照全国谷子品种跨生态区正式试验要求执行。

### 1.3 统计分析方法

**1.3.1 同异分析法** (1)各性状理想值构建和权重的确定。根据谷子生产实际及育种目标构建参试品种各性状的理想值,本研究以 17 个谷子品种各性状最优值为理想性状值。参试品种各性状权重( $W_k$ )的确定参考王淑君等<sup>[12]</sup>的方法。

(2)计算各性状测量值与理想值的同一度和综合同一度。正向指标: $A_{gk}=X_{gk}/X_{0k}$ ;中性指标: $A_{gk}=X_{0k}/(X_{0k}+|X_{0k}-X_{gk}|)$ ;逆向指标: $A_{gk}=X_{0k}/X_{gk}$ ;综合同一度:

$A_g = \sum A_{gk} W_k$ 。式中  $A_{gk}$  和  $X_{gk}$  分别表示第  $g$  个谷子品种第  $k$  个性状的同程度和实际测量值, $X_{0k}$  为第  $k$  个性状的理想值; $A_g$  表示参试品种的综合同一度, $W_k$  表示第  $k$  个性状的权重。

(3)计算各品种差异度  $b_g$  和联系度  $\mu$ 。用联系度大小反映谷子品种生态适应性,联系度值越大,该品种生态适应性越好,反之亦然<sup>[13]</sup>。差异度和联系度计算公式为:差异度: $b_g=1-A_g$ ;联系度: $\mu=A_g+b_g i$ ,其中  $i$  值为  $-1$ <sup>[6,14]</sup>。

**1.3.2 隶属函数法** 参照朱艳柳等<sup>[15]</sup>的方法,计算 17 个谷子品种 13 个性状指标的隶属函数值,并将各性状指标的隶属函数值累加求平均值,依据平均值大小对各谷子品种生态适应性进行分析评价<sup>[16]</sup>。平均隶属函数值越大,说明该谷子品种生态适应性越好,综合性状越优良。隶属函数值计算公式:若性状与品种生态适应性呈正相关: $U_{ij}=(X_{ij}-X_{j\min})/(X_{j\max}-X_{j\min})$ ;若性状与品种生态适应性呈负相关: $U_{ij}=1-(X_{ij}-X_{j\min})/(X_{j\max}-X_{j\min})$ 。其中, $U_{ij}$  表示第  $i$  个谷子品种第  $j$  个性状指标的隶属函数值, $X_{ij}$  表示

第  $i$  个谷子品种第  $j$  个性状指标的测量值,  $X_{jmax}$  表示  $j$  指标的最大值,  $X_{jmin}$  表示  $j$  指标的最小值。

## 2 结果与分析

**2.1 参试品种农艺性状表现** 17 个谷子品种各性状在 20 个试点的平均值见表 2。由表 2 可知, 共有 13 个品种的产量超过对照冀谷 168, 增产幅度在 0.57%~11.85% 之间; 其中品种 K281-2H、K175-1H、冀杂谷 10 号、朝谷 36 和京谷 4 产量较高, 丰产性较好, 居参试品种前 5 位, 增产幅度在 7.16%~11.85% 之间; 品种九谷 39、济 21FH6086 和济 21F6091 的产量低于对照, 减产幅度在 3.02%~12.20% 之间。

各品种生育期变幅在 106~116d 之间, 平均 111d, 品种间差异不大; 株高在 117.60~146.98cm 之间, 京谷 4 和济 21F6091 的株高较低, 分别为 117.60cm、119.97cm, 承谷 20 号株高最高; 穗长变幅在 20.25~26.92cm 之间, 海南 59、京谷 4、济 21FH6086、九谷 39 穗长较长, 豫谷 56、21H657、济 21ST008 穗长较短; 穗粗在 2.36~2.92cm 之间, 豫谷 56 的谷穗最粗, 朝谷 26 谷穗最细。单穗重

在 21.97~26.86g 之间, 朝谷 36、京谷 4、21HB184、K281-2H 单穗重较高; 单穗粒重在 17.11~21.03g 之间, 朝谷 36、K281-2H、京谷 4、21HB184 单穗粒重较高; 出谷率在 76.68%~83.13% 之间, 衡 2022-1、朝谷 26 出谷率高于对照, 分别为 83.13%、80.43%, 表现较好; 有效穗数在 39.75 万~47.40 万穗 /hm<sup>2</sup> 之间, 冀杂谷 10 号、K175-1H、21H657 有效穗数较高, 均在 45.00 万穗 /hm<sup>2</sup> 以上; 千粒重在 2.49~3.16g 之间, 朝谷 26、朝谷 36、K281-2H、21HB184、承谷 20 号、京谷 4、九谷 39 千粒重较高; 白发病、红叶病和蛀茎率的发病率变化范围分别为 0.19%~3.65%、0.86%~6.97%、0.94%~2.63%, K175-1H、冀杂谷 10 号、K281-2H 对 3 种病害的抗性均较好。

## 2.2 同异分析法分析各品种生态适应性

**2.2.1 理想性状值构建和权重系数确定** 根据现阶段谷子的育种目标和生产实际需要, 产量、有效穗数、穗长、穗粗、单穗重、单穗粒重、出谷率和千粒重 8 个性状值越大越好, 为正向指标, 因此取各性状最大值为理想值(表 2)。生育期和株高 2 个性状值不

表 2 参试品种各性状平均值、理想值及权重

品种	生育期 (d)	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	单穗重 (g)	单穗粒重 (g)	出谷率 (%)	有效穗数 (万穗/hm <sup>2</sup> )	千粒重 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	白发病 (%)	红叶病 (%)	蛀茎率 (%)
豫谷 56	114	136.50	21.00	2.92	25.28	19.44	76.90	40.95	2.73	5539.50	0.96	1.85	1.27
济 21F6091	116	119.97	21.95	2.45	22.06	17.11	77.56	42.60	2.83	4836.00	1.87	1.68	2.43
济 21ST008	110	121.81	20.25	2.57	23.76	19.07	80.26	43.65	2.49	5746.50	2.36	2.21	1.10
济 21FH6086	112	128.80	24.06	2.80	24.95	19.52	78.24	39.75	2.64	5263.50	2.41	0.99	2.17
京谷 4	110	117.60	25.49	2.60	26.33	20.64	78.39	42.90	2.93	5902.50	1.56	1.60	1.94
K175-1H	110	124.03	22.90	2.50	21.97	17.33	78.88	47.25	2.73	6090.00	1.30	0.98	1.15
衡 2022-1	107	127.54	23.18	2.54	23.53	19.56	83.13	44.25	2.77	5706.00	2.15	1.15	1.74
21H657	112	124.05	20.97	2.69	23.51	18.88	80.31	46.20	2.69	5805.00	1.46	1.86	1.05
21HB184	111	123.01	22.62	2.74	25.99	20.54	79.03	41.40	2.95	5664.00	2.63	1.50	1.67
冀杂谷 10 号	106	121.97	23.17	2.74	22.94	17.59	76.68	47.40	2.88	6057.00	0.74	0.89	1.62
承谷 20 号	116	146.98	23.50	2.61	24.32	18.74	77.06	44.40	2.95	5754.00	0.19	1.15	1.86
朝谷 26	109	126.32	21.92	2.36	24.37	19.60	80.43	43.05	3.16	5851.50	0.80	6.97	1.88
朝谷 36	109	126.91	22.48	2.52	26.86	21.03	78.29	43.20	3.08	5968.50	0.47	1.96	1.04
海南 59	110	130.19	26.92	2.62	24.80	19.64	79.19	42.60	2.83	5580.00	0.78	1.88	1.48
九谷 39	114	130.59	23.99	2.73	24.19	18.96	78.38	43.65	2.90	5341.50	3.65	1.40	2.63
K281-2H	112	120.72	22.48	2.69	25.89	20.72	80.03	42.60	3.01	6160.50	0.49	0.86	1.79
冀谷 168 (CK)	108	124.22	22.66	2.59	24.16	19.41	80.34	43.20	2.77	5508.00	0.83	2.07	0.94
理想值	111	126.54	26.92	2.92	26.86	21.03	83.13	47.40	3.16	6160.50	0.19	0.86	0.94
权重	0.071	0.071	0.072	0.074	0.076	0.079	0.074	0.080	0.075	0.106	0.070	0.076	0.076

宜太大或太小,生育期过短会影响籽粒产量形成,太长则不利于收获,甚至影响后茬作物种植;株高太低则不利于干物质累积,影响产量,植株过高不宜机械化收获,且易发生倒伏,因此二者为中性指标,取适中值为理想值;白发病、红叶病和蛀茎率3个性状值越小越好,为逆向指标,取最小值为理想值。目前,产量仍是谷子育种的主要目标,因此产量被赋予最高权重系数(0.106),其次是有效穗数、单穗粒重,分别为0.080和0.079。

**2.2.2 参试品种各性状的同一度、综合同一度、差异度和联系度** 13个性状中白发病、红叶病和蛀茎率的同一度差异较大,变幅范围分别为0.052~1.000、0.123~1.000、0.357~1.000;生育期和出谷率的同一度差异相对较小,变幅范围分别为0.957~1.000和0.922~1.000(表3)。由表4可知,参试品种综合同一度范围在0.749~0.881之间,相对比较集中;其中K281-2H的综合同一度最大,济21F6091综合同一度最小。17个谷子品种的差异度范围在0.119~0.251之间,联系度值在0.499~0.762之间;其中K281-2H、承谷20号、朝谷36、冀杂谷10号和K175-1H的联系度值高于对照,排在参试品种前5位,说明这5个谷子品种的生态适应性好,综合性

状优良;其余品种生态适应性按优劣排序依次为冀谷168(CK)、海南59、21H657、京谷4、衡2022-1、21HB184、济21FH6086、豫谷56、济21ST008、九谷39、朝谷26、济21F6091。

**2.3 隶属函数法分析各品种生态适应性** 由表5可知,17个谷子品种平均隶属函数值范围在0.298~0.701之间,其中对照品种冀谷168的平均隶属函数值为0.611,排在参试品种第6位;朝谷36、K281-2H、京谷4、冀杂谷10号和海南59的平均隶属函数值高于对照,排在参试品种前5位,生态适应性好;济21F6091、九谷39、济21FH6086、承谷20号和豫谷56平均隶属函数值较小,排在参试品种后5位,说明这5个品种生态适应性弱,综合性状表现较差。

### 3 讨论与结论

谷子产业发展的不断变化要求优良的谷子新品种不仅要丰产性好,还需要具备适应性广、综合性状优良等特点。传统的谷子品种生态适应性评价主要是利用适应度<sup>[17]</sup>或回归分析<sup>[18]</sup>等方法,均以产量这一性状平均值为评价依据,忽略了其他性状的适应性表现。但在实际生产中,影响作物品种生态适应性的因素还有株高、生育期和抗病性等多个农

表3 17个谷子品种各性状的同一度

品种	产量	生育期	有效穗数	株高	穗长	穗粗	单穗重	单穗粒重	出谷率	千粒重	白发病	红叶病	蛀茎率
豫谷56	0.899	0.974	0.864	0.927	0.780	1.000	0.941	0.924	0.925	0.864	0.198	0.465	0.740
济21F6091	0.785	0.957	0.899	0.951	0.815	0.839	0.821	0.814	0.933	0.896	0.102	0.512	0.387
济21ST008	0.933	0.991	0.921	0.964	0.752	0.880	0.885	0.907	0.965	0.788	0.081	0.389	0.855
济21FH6086	0.854	0.991	0.839	0.982	0.894	0.959	0.929	0.928	0.941	0.835	0.079	0.869	0.433
京谷4	0.958	0.991	0.905	0.934	0.947	0.890	0.980	0.981	0.943	0.927	0.122	0.538	0.485
K175-1H	0.989	0.991	0.997	0.981	0.851	0.856	0.818	0.824	0.949	0.864	0.146	0.878	0.817
衡2022-1	0.926	0.965	0.934	0.992	0.861	0.870	0.876	0.930	1.000	0.877	0.088	0.748	0.540
21H657	0.942	0.991	0.975	0.981	0.779	0.921	0.875	0.898	0.966	0.851	0.130	0.462	0.895
21HB184	0.919	1.000	0.873	0.973	0.840	0.938	0.968	0.977	0.951	0.934	0.072	0.573	0.563
冀杂谷10号	0.983	0.957	1.000	0.965	0.861	0.938	0.854	0.836	0.922	0.911	0.257	0.966	0.580
承谷20号	0.934	0.957	0.937	0.861	0.873	0.894	0.905	0.891	0.927	0.934	1.000	0.748	0.505
朝谷26	0.950	0.982	0.908	0.998	0.814	0.808	0.907	0.932	0.968	1.000	0.238	0.123	0.500
朝谷36	0.969	0.982	0.911	0.997	0.835	0.863	1.000	1.000	0.942	0.975	0.404	0.439	0.904
海南59	0.906	0.991	0.899	0.972	1.000	0.897	0.923	0.934	0.953	0.896	0.244	0.457	0.635
九谷39	0.867	0.974	0.921	0.969	0.891	0.935	0.901	0.902	0.943	0.918	0.052	0.614	0.357
K281-2H	1.000	0.991	0.899	0.956	0.835	0.921	0.964	0.985	0.963	0.953	0.388	1.000	0.525
冀谷168(CK)	0.894	0.974	0.911	0.982	0.842	0.887	0.899	0.923	0.966	0.877	0.229	0.415	1.000

表4 17个谷子品种的同异分析

品种	综合同一度	差异度	联系度	联系度排序
豫谷 56	0.812	0.188	0.625	11
济 21F6091	0.749	0.251	0.499	15
济 21ST008	0.800	0.200	0.600	12
济 21FH6086	0.814	0.186	0.627	10
京谷 4	0.822	0.178	0.644	8
K175-1H	0.850	0.150	0.700	5
衡 2022-1	0.822	0.178	0.644	8
21H657	0.827	0.173	0.654	7
21HB184	0.819	0.181	0.639	9
冀杂谷 10 号	0.855	0.145	0.710	4
承谷 20 号	0.875	0.125	0.750	2
朝谷 26	0.785	0.215	0.571	14
朝谷 36	0.868	0.132	0.736	3
海南 59	0.827	0.173	0.654	7
九谷 39	0.792	0.208	0.585	13
K281-2H	0.881	0.119	0.762	1
冀谷 168 (CK)	0.835	0.165	0.669	6

表5 17个谷子品种各性状隶属函数值

品种	产量	生育期	有效穗数	株高	穗长	穗粗	单穗重	单穗粒重	出谷率	千粒重	白发病	红叶病	蛀茎率	平均隶属函数值	排序
豫谷 56	0.531	0.200	0.157	0.357	0.112	1.000	0.677	0.594	0.034	0.358	0.777	0.838	0.805	0.495	13
济 21F6091	0	0	0.373	0.919	0.255	0.161	0.018	0	0.136	0.507	0.514	0.866	0.118	0.298	17
济 21ST008	0.687	0.600	0.510	0.857	0	0.375	0.366	0.500	0.555	0	0.373	0.779	0.905	0.501	12
济 21FH6086	0.323	0.400	0	0.619	0.571	0.786	0.609	0.615	0.242	0.224	0.358	0.979	0.272	0.461	15
京谷 4	0.805	0.600	0.412	1.000	0.786	0.429	0.892	0.901	0.265	0.657	0.604	0.879	0.408	0.664	3
K175-1H	0.947	0.600	0.980	0.781	0.397	0.250	0	0.056	0.341	0.358	0.679	0.980	0.876	0.557	10
衡 2022-1	0.657	0.900	0.588	0.662	0.439	0.321	0.319	0.625	1.000	0.418	0.434	0.953	0.527	0.603	7
21H657	0.732	0.400	0.843	0.780	0.108	0.589	0.315	0.452	0.563	0.299	0.633	0.836	0.935	0.576	9
21HB184	0.625	0.500	0.216	0.816	0.355	0.679	0.822	0.875	0.364	0.687	0.295	0.895	0.568	0.592	8
冀杂谷 10 号	0.922	1.000	1.000	0.851	0.438	0.679	0.198	0.122	0	0.582	0.841	0.995	0.598	0.633	4
承谷 20 号	0.693	0	0.608	0	0.487	0.446	0.481	0.416	0.059	0.687	1.000	0.953	0.456	0.483	14
朝谷 26	0.767	0.700	0.431	0.703	0.250	0	0.491	0.635	0.581	1.000	0.824	0	0.444	0.525	11
朝谷 36	0.855	0.700	0.451	0.683	0.334	0.286	1.000	1.000	0.250	0.881	0.919	0.820	0.941	0.701	1
海南 59	0.562	0.600	0.373	0.571	1.000	0.464	0.579	0.645	0.389	0.507	0.829	0.833	0.680	0.618	5
九谷 39	0.382	0.200	0.510	0.558	0.561	0.661	0.454	0.472	0.264	0.612	0	0.912	0	0.430	16
K281-2H	1.000	0.400	0.373	0.894	0.334	0.589	0.802	0.921	0.519	0.776	0.913	1.000	0.497	0.694	2
冀谷 168 (CK)	0.507	0.800	0.451	0.775	0.361	0.411	0.448	0.587	0.567	0.418	0.815	0.802	1.000	0.611	6

艺性状,仅凭产量这一单个性状对品种生态适应性进行评价忽略了性状间的相互影响,不能满足生产需要<sup>[19]</sup>。科学全面地评价谷子品种生态适应性,对于充分利用好品种资源,更好地挖掘品种遗传潜力有重要意义。

同异分析法和隶属函数法可以综合作物品种的多个性状指标对其生态适应性进行分析评价,避免了仅利用产量进行适应性评价的片面性,使结果更加全面、客观和合理。除此之外,同异分析法评价过程中的参试品种各性状测量值与理想值的同一度及隶属函数分析过程中的各性状隶属函数值还可以反映参试品种各性状的优劣程度,对以后品种改良以及作为亲本利用具有指导意义。

由于谷子品种各性状指标在品种生态适应性中的贡献率存在差异,即该性状在反映品种生态适应性中的重要性不同,评价过程中需要对各性状赋予权重,用以体现该性状在综合评价中所处的价值<sup>[20-21]</sup>。权重系数的确定又可分为主观赋权法<sup>[22]</sup>和客观赋权法<sup>[20,23]</sup>。本文在通过同异分析法评价参试品种生态适应性时,利用各性状与产量的关联度对性状进行客观赋权,不仅避免了人为赋权的主观因素,也符合现阶段以产量为基础的育种目标,适宜本研究17个谷子品种的综合评价。另外,同异分析法与隶属函数法的结合使本研究评价结果更加准确,今后可在谷子品种评价中进一步利用。

本研究通过同异分析法和隶属函数法综合17个参试品种在四大谷子生态区(华北夏谷区、西北早熟春谷区、西北中晚春谷区和东北春谷区)20个试点的产量、主要农艺性状和抗病性等13个性状指标对其进行生态适应性评价,能够较全面地反映参试品种的生态适应性。综合各分析方法的结果,筛选出K281-2H、冀杂谷10号和朝谷36等3个丰产性好、生态适应性广、综合性状优良的谷子品种,可以跨生态区推广种植。

#### 参考文献

- [1] 吕建珍,马建萍,独俊娥,赵凯,刘晓东,王海岗.春播谷子品种(系)生态适应性鉴定及主成分分析.作物杂志,2015(6):44-47
- [2] 曲祥春,王翊,石贵山,于森,李海青,高悦,徐宁,陈冰嫒.同异分析法在粒用高粱杂交种评价中的应用.作物杂志,2021(3):46-50

- [3] 吕树立,郭书亚,郑东方,侯珺,苏天增.夏芝麻早代杂交组合4种综合评估方法的比较分析.陕西农业科学,2023,69(12):1-7
- [4] 张凡,杨春玲,韩勇,侯军红.基于主成分分析和同异分析法的小麦产量与品质综合评价.山东农业大学学报:自然科学版,2022,53(4):503-509
- [5] 俞华先,经艳芬,安汝东,董立华,桃联安,孙有芳,郎荣斌,边芯,周清明.云瑞14系列甘蔗杂交组合的同异分析法评价.中国糖料,2016,38(6):34-37
- [6] 王艳青,卢文洁,李春花,雷涌涛,隆文杰,王莉花.同异分析法在苦荞新品种(系)综合评价中的应用.江苏农业科学,2014,42(12):132-134
- [7] 陈丹,戴红燕,丁鑫,华劲松,罗雅兰,李吉进,郭长春.同异分析法对引进色稻在凉山州适应性评价.种子,2019,38(7):85-90
- [8] 高秋,李铷,李楚,段飞,黄慧珍,杨芳,邬航兵,傅杨.11个杂交粳稻新品种抗稻瘟病和丰产优质综合评价.西南农业学报,2023,36(4):665-672
- [9] 武茹,王姣梅,夏胜明,凌霄霞,谢国生.长江中下游地区杂交中稻再生稻品种适应性的综合评价与筛选.华中农业大学学报,2020,39(3):19-27
- [10] 李昌华,李小梅,张新全,黄琳凯,周冀琼,张帆,李小铃,闫艳红.10个鸭茅品种在川中丘陵地区的适应性研究.草地学报,2019,27(2):397-403
- [11] 阿里别里根·哈夜太,哈尼帕·哈再斯,祖勒胡玛尔·乌斯满江,姚庆,守合热提·牙地卡,侯献飞,李强,张正.新疆伊犁河谷地区引进大豆品种适应性分析.新疆农业科学,2023,60(2):326-335
- [12] 王淑君,解慧芳,邢璐,宋慧,宋中强,张扬,闫宏山,刘海洋,李龙,王素英,刘金荣.基于主成分分析和灰色关联度分析的谷子品种(系)综合评价.江苏农业科学,2023,51(15):42-49
- [13] 宋志均,韩勇,薛鑫,郭鹏飞,贺德先.同异分析方法在小麦新品种(系)综合评价中的应用.河南农业科学,2011,40(1):33-36
- [14] 郭二虎,王军,杨慧卿,袁峰,范慧萍.同异分析及模糊概率分析方法在谷子品种区域试验中的应用.河北农业科学,2010,14(11):161-163,172
- [15] 朱艳柳,周雪,徐伶俐,王彩云,马晋芳,阮培均,周丹,葛发欢.基于隶属函数法的不同产区天麻品质的综合评价研究.中药材,2024(2):409-414
- [16] 秦萍,刘德光,许珂,叶璐,韦孟琪,王彬.10个不同种(品种)牧草在宁夏中部地区引种适应性研究.天津农业科学,2019,25(8):36-40
- [17] 秦岭,杨延兵,管延安,张华文,王海莲.抗除草剂谷子新品种济谷15的产量稳定性与适应性分析.种子,2012,31(2):74-77
- [18] 邢璐,穆连鹏,解慧芳,王淑君,刘俊芳,张扬,李龙,刘海洋,闫宏山,王素英,宋慧.19个谷子新品种农艺性状与适应性综合分析.中国种业,2023(10):66-69
- [19] 赵术伟.同异分析方法在谷子品种区域试验中的应用研究.辽宁农业科学,2006(1):38-40
- [20] 李振永,杨彩玲,买自珍,马贵.基于CRITIC赋权法、模糊概率法评价萝卜品种在宁南山区栽培适应性.中国瓜菜,2023,36(9):102-107

DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20241012005

# 农作物种子核酸真空抽滤快速提取方法的研究

张海波 张宏军 雷军 张英

(陕西省种子工作总站,西安 710018)

**摘要:**为解决转基因检测中植物种子核酸提取步骤多、效率低的难题,发明了非接触式连接装置,组装了真空抽滤快速提取装置,改进了核酸提取方法。该方法提取的种子核酸质量和浓度符合需求,核酸完整性好、无降解、无扩增抑制物,有效解决了种子样品核酸快速提取的技术难题。对转基因玉米 Bt11 的检测结果表明,该核酸提取方法适用于农作物种子的转基因检测。

**关键词:**核酸提取;分子检测;种子;真空抽滤

## Research on Vacuum Filtration Method in Rapid Extraction of Nucleic Acid from Crop Seeds

ZHANG Haibo, ZHANG Hongjun, LEI Jun, ZHANG Ying

(Shaanxi Seed Working Station, Xi'an 710018)

分子检测方法越来越多地应用于农作物种子的转基因成分和品种真实性检测项目中,这些方法通常以核酸检测为主,以 PCR 扩增为核心<sup>[1]</sup>。PCR 扩增的首要步骤是核酸提取。因为有细胞壁,植物的核酸提取不同于动物组织,过程比较复杂,尤其是农作物种子干物质较多,核酸提取更为困难<sup>[2]</sup>。种子核酸提取是进行 PCR 扩增的基础,是获得高质量检测结果的前提,但因其步骤多且费时长,也是整个方法的限速步骤。

目前农作物种子主流的核酸提取方法需要用到十二烷基硫酸钠(SDS)、十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)、饱和酚、氯仿等化学试剂,这些试剂对人

体有毒有害,不宜长期使用。商业化试剂盒法多采用离心过滤柱式,提取时间长、操作复杂,难以对大批量样品进行核酸提取,且产生的离心管等垃圾较多。碱煮法虽然快速,但是核酸质量不高,且不易保存,无法进行复检<sup>[3]</sup>。

为解决核酸快速高效提取问题,本研究发明了一种用于核酸抽滤的非接触式连接装置<sup>[4]</sup>,改进了核酸提取真空抽滤技术。该技术快速、简便、可操作性好、实用性强,能够使 PCR 技术在农作物种子分子检测中得到更为广泛的普及和推广。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 本试验中玉米、小麦和水稻的种子为陕西省农作物种子检验站收藏,转基因玉米粉末 Bt11 (ERM-BF412BK)由欧洲标准局(IRMM, Institute for reference materials and measurements)制

基金项目:陕西省农业科技创新专项农作物转基因安全检测筛查(陕农计财[2023]76号)

通信作者:张英

[21]丁成伟,刘超,王健康,孙克新,郭荣良.水稻品种生态适应性的综合评价.生态农业研究,1999,7(1):62-65

[22]杨舒婷,唐迢冥,孙利娜,陈尔,林茂,李冰,李进华.50个不同品种大花绣球在南宁的引种适应性综合评价.中国热带农业,2024(2):17-29

[23]巴图,李建波,李国兴,王文迪,马宇,吕二锁,杜慧婷,徐寿军,刘志萍.基于熵权-TOPSIS模型的大麦萌发期耐碱种质评价.种子,2023,42(5):55-62

(收稿日期:2024-10-12)