

玉米苗期抗旱性评定方法探讨

李 壮, 许文娟, 薛兵东, 曹 萍

(沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 对辽宁省推广的 5 个抗旱性不同的玉米品种进行了研究。通过室内发芽试验和室外盆栽试验, 在总结前人成果的基础上, 测定了与抗旱性有关的芽率、芽势和叶面积等 16 项鉴定指标。以种子萌发抗旱指数与幼苗反复干旱抗旱指数的乘积作为灰色关联度分析的参考数列, 运用灰色关联度理论, 分析各指标与苗期抗旱性的关系, 从中筛选出关联度较大的 10 个指标, 然后通过隶属函数法对这 10 项指标进行分析, 定量地评价 5 个玉米品种苗期的抗旱性。

关键词: 玉米苗期; 抗旱性; 灰色关联度; 隶属函数法

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Discuss on Evaluating Method to Drought-resistance of Maize in Seedling Stage

LI Zhuang, XU Wen-juan, XUE Bing-dong, CAO Ping

(Shenyang Agricultural University, Liaoning Shenyang 110161, China)

Abstract: 5 maize varieties with different drought-resistance were studied in Liaoning province. By measuring germination percentage, germination rate, leaf area and so on, 16 indices was researched in room and out. According to analytical result of gray relating degree, 10 drought-resistance indices were identified to estimate maize seedling drought-resistance character. By subject function method, every identified index was given a concrete value to quantificationally appraise maize seedling.

Key words: Maize seedling; Drought-resistance character; Gray relating degree; Subject function

玉米苗期对水分的需求量相对较少, 但水分胁迫会导致幼苗发育不良, 影响后期的营养生长和生殖生长, 最终降低产量。我国北方大部分地区时常发生春旱, 影响了玉米种子萌发和幼苗的正常生长, 给玉米生产带来巨大损失。由此可见, 对玉米苗期抗旱性评定方法的研究具有非常现实的意义。关于玉米苗期抗旱性鉴定已有大量的研究和报道, 指标众多说法不一。实践证明, 采用各单项指标分别评价简单易行但可靠性差; 采用多指标综合评定结果更可靠, 但评价工作量大而繁杂, 某些指标的测定价格昂贵, 对测定者的专业水平要求较高, 并且一些次要指标的引入可能会带来偏差甚至产生错误结果。本试验测定了与抗旱性有关的 16 项鉴定指标, 运用灰色关联度、隶属函数等统计方法筛选分析, 试图找出一种综合评定玉米苗期抗旱性的方法, 为玉米育种工作

提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料及处理方法

试验材料为玉米品种辽单 31、辽单 16、丹 413、丹 2109 和新铁 10。

室内发芽试验: 精选整齐一致的种子放入培养皿中, 用 60%PEG(6 000)溶液 25℃条件下恒温培养。4 d 测种子发芽势, 7 d 测种子发芽率。用无菌水作对照, 并观察记录 2、4、6 和 8 d 的发芽粒数。

幼苗水培试验: 供试种子恒温箱内催芽, 胚根长到 3 cm 以上(两片小叶)时, 装入水培箱内培养。培养液与 PEG(6 000)混合使 PEG(6 000)浓度为 15%, 并设对照。

室外盆栽试验: 室外盆栽, 按幼苗反复干旱法做干旱处理, 记录成活率。另一部分幼苗做轻度干旱处理并设对照。待玉米苗长到 5 叶时测定各项指标。

1.2 测定指标及方法

收稿日期: 2003-12-23

作者简介: 李 壮(1975-), 男, 沈阳农业大学 2001 级作物遗传育种硕士研究生。Tel: 024-88492069

1.2.1 种子参数 种子吸水速度用称重法。发芽率、发芽势：做恒温箱发芽实验,4 天测芽势,7 天测芽率。种子干物质转化率:以细沙为培养基加适量水分不施肥,在发芽箱内 25℃下恒温培养 12 d,苗的叶边缘变为黄褐色,测量其根冠(除去种子)的干重。萌发抗旱指数:采用孙彩霞的方法,用 15% PEG 6 000 处理种子做萌发试验,利用公式为萌发抗旱指数=水分胁迫下种子萌发指数 (PIS)/对照种子萌发指数 (PIC)。其中 $PI=(1.00)nd_2+(0.75)nd_4+(0.05)nd_6+(0.25)nd_8$, nd_2 、 nd_4 、 nd_6 、 nd_8 分别为 2、4、6 和 8 d 的种子发芽率。

1.2.2 盆栽幼苗参数 叶面积 (cm²) 测定用叶面积仪。叶水势用水势仪测定。离体叶片保水率采用叶片称重,室温放置 24 h,再次称重,两次的差值即是。

叶外渗电导率按张宪政等(1994)方法用电导率仪测定。根条数、根长、根干重、根冠比的测量用称重法。脯氨酸测定采用磺基水杨酸法。

1.2.3 水培幼苗参数 幼苗增长速度(g/d),发芽种子放入水培箱后,第 5、10、15、20 d 测玉米幼苗的鲜重增加量,带入公式 $W=\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(T_n-t)/n]$,计算增长速度。其中 n 代表天数;T_n 代表第 n 天的重量;t 代表种子原来的重量。

2 计算与分析

5 个品种在对照和干旱处理条件下各项指标值见表 1。

表 1 不同玉米品种抗旱指标值

项 目	辽单 31		丹科 2109		新铁 10		沈单 16		丹 413	
	CK	T	CK	T	CK	T	CK	T	CK	T
苗干旱存活率(%)	39.80		41.20		71.30		88.50		81.30	
萌发抗旱指数	0.20		0.25		0.33		0.43		0.37	
芽势(%)	64.0	43.0	54.00	51.00	65.00	59.0	75.0	63.0	77.0	67.00
芽率(%)	83.0	55.0	87.00	69.00	90.00	76.0	95.0	85.0	88.0	73.00
吸水速度(g/h)	34.0	26.0	41.20	32.00	35.60	29.0	35.0	27.0	37.0	29.20
干物质转化率(kg/d)	0.6	0.3	0.69	0.27	0.81	0.3	0.8	0.4	0.7	0.31
胚芽长(cm)	3.9	1.2	3.50	0.90	5.68	2.2	7.3	3.9	7.8	2.71
胚根长(cm)	6.0	0.1	7.89	5.71	7.78	3.2	12.0	12.0	11.0	2.50
次生根长(cm)	8.6	1.2	8.95	2.78	23.60	11.0	21.0	11.0	22.0	11.30
株高(cm)	19.0	10.0	20.00	10.30	20.90	10.0	21.0	12.0	22.0	11.30
叶面积(cm ²)	20.0	8.9	26.60	6.10	18.10	11.0	25.0	11.0	19.0	9.66
相对电导率	11.0	41.0	13.80	38.70	12.70	43.0	16.0	39.0	27.0	26.80
叶绿素(g/m ²)	56.0	25.0	61.20	23.10	63.50	27.0	69.0	34.0	71.0	25.40
离体叶失水率(g/h)	48.0	31.0	46.00	32.00	39.00	28.0	29.0	20.0	33.0	25.00
根/冠	0.5	1.2	0.48	1.11	0.51	1.6	0.4	1.7	0.7	1.27
叶水势(mPa)	-0.0	-0.0	-0.20	-0.60	-0.20	-1.0	-0.2	-0.7	-0.3	-0.60
脯氨酸(mg/g)	26.0	62.0	24.30	57.30	31.70	66.0	38.0	88.0	35.0	83.50
幼苗鲜重增量(g/d)	1.6	1.6	2.49	0.93	1.71	1.4	1.8	1.4	2.0	1.26
W	8.00		10.42		23.53		38.25		30.73	

注:T 为干旱处理,CK 为对照处理,W 为苗干旱存活率与萌发抗旱指数的乘积。

2.1 灰色关联度分析

采用李春霞(1996)的方法,为了能更好地表明各品种对水分胁迫敏感性的不同,选用干旱处理(T)与对照(CK)鉴定指标的比值(T/CK)作为评价指标。玉米苗期的抗旱性不但与苗本身素质有关(幼苗干旱存活率来评价),而且与种子的活力有直接关系,而萌发抗旱指数是评价种子活力的较为可靠的指标。综合两种因素,采用苗干旱存活率与萌发抗旱指数的积 W 为 X₀ 数列,分析各指标与其关联度(表 2)。

2.2 隶属函数分析

依据以上分析,从关联度排序中选出和 X₀ 数列

相关性较强的 10 个标值,按着刘学义等(1986)隶属函数的方法进一步分析。对选出的 10 个性状用下列公式求出 5 个品种的隶属函数值见表 3。

$$\hat{X}_{ij}=\frac{X_{ij}-X_{jmin}}{X_{jmax}-X_{jmin}} \text{ 和 } \hat{X}_{ij}=1-\frac{X_{ij}-X_{jmin}}{X_{jmax}-X_{jmin}} \text{。 其}$$

中 $\hat{X}_{ij}$ 为 i 品种 j 性状隶属函数值,X_{ij} 为 i 品种 j 性状值,X_{jmin} 为各品种 j 性状最小值,X_{jmas} 为各品种 j 性状最大值。并利用公式 $\bar{X}=\frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} \hat{X}_{ij}$ 求各品种隶属函数平值 $\bar{X}$ 。隶属函数均值 $\bar{X}$ 越大,抗旱性越强。

表 2 各指标处理与对照的比值(T/CK)及其与 W 关联度

项 目	处理与对照的比值(T/CK)					
	辽单 31	丹科 2109	新铁 10	沈丹 16	丹 413	与 W 关联度
芽 势	0.7	0.9	0.91	0.84	0.87	0.742 4
芽 率	0.7	0.8	0.84	0.89	0.83	0.798 8
吸水速度	0.8	0.8	0.81	0.76	0.79	0.660 8
干物质转化率	0.5	0.4	0.37	0.46	0.45	0.480 4
胚芽长	0.3	0.3	0.39	0.53	0.35	0.697 9
胚根长	0.0	0.7	0.41	0.96	0.22	0.824 5
次生根长	0.1	0.3	0.47	0.52	0.51	0.752 2
株 高	0.5	0.5	0.50	0.57	0.51	0.529 2
叶面积	0.4	0.2	0.60	0.42	0.50	0.560 5
电导率	3.6	2.8	3.39	2.48	1.00	0.512 8
叶绿素	0.5	0.4	0.43	0.50	0.36	0.553 4
离体叶失水率	0.6	0.7	0.72	0.69	0.76	0.670 5
根/冠	2.3	2.3	3.16	4.07	1.95	0.540 6
叶水势	-2.1	-2.9	-2.46	-3.38	-2.44	-0.740 2
脯氨酸	2.4	2.4	2.09	2.33	2.37	0.797 3
苗干物质重	1.0	0.4	0.80	0.76	0.64	0.630 6

表 3 各玉米品种隶属函数值

项 目	辽单 31	丹科 2109	新铁 10	沈单 16	丹 413
芽 率	0.000 00	1.000 00	0.700 00	0.900 00	0.650 00
脯氨酸	0.000 00	0.467 23	0.513 64	1.000 00	0.945 75
胚根长	0.341 35	0.795 67	0.507 21	1.000 00	0.000 00
离体叶失水率	0.000 00	0.333 33	0.666 67	0.888 89	1.000 00
芽 势	0.000 00	1.000 00	0.833 33	0.500 00	0.611 11
胚芽长	0.967 35	1.000 00	0.636 73	0.657 14	0.000 00
千粒重	0.714 29	0.000 00	0.614 29	1.000 00	0.021 43
苗干物质重	0.533 94	0.000 00	1.000 00	0.935 43	0.706 13
叶水势	-1.000 00	-0.760 00	-0.600 00	0.000 00	-0.360 00
干物质转化率	1.000 00	0.733 33	0.600 00	0.000 00	0.333 33
隶属函数平均值	0.455 69	0.608 96	0.667 19	0.688 15	0.462 77

3 结果与讨论

玉米萌发期与苗期关系极为密切，种子活力低直接影响出苗情况，而苗期整齐一致，种子必然有较高的活力，因而把种子萌发期和苗期作为一个时期来研究，共同评价玉米苗期的抗旱性有一定的科学性。玉米苗期的抗旱性较为复杂，不能由一两个指标单一评价，应由多指标综合评价，但这并不是说指标选取的越多，评价效果越好，一些相关性很小或不相关指标的引入，不但增加了计算分析的复杂程度，有时会带来偏差，甚至导致结果的错误。本试验对玉米苗期抗旱鉴定常用的 16 个指标进行了测定分析，从中筛选出 10 个指标评价抗旱性，以期为今后抗旱鉴定提供一种既简单又可靠的方法。

因为萌发抗旱指数与种子萌发期抗旱相关性很强，幼苗干旱成活率与苗期抗旱相关性很强，所以把其积(W)作为标准，利用相关分析求出各指标与 W 相关性，依据相关系数选出相关性较强的 10 个指标评价抗旱性，分别是：发芽率、发芽势、胚芽长、胚根

长、脯氨酸、离体叶失水率、千粒重、苗干物质重、干物质转化率和叶水势。因为各个指标对抗旱性的贡献大小不同，无法单独评价。因此对这 10 项指标利用隶属函数法综合评价玉米苗期的抗旱性。分析了这 10 项指标的隶属函数值，对每一品种各个性状的隶属函数值累加求均值，均值最大的抗旱性最强。经分析，抗旱性强弱的顺序如下：沈单 16>新铁 10>丹 413>丹科 2109>辽单 31。本研究为玉米苗期抗旱鉴定提供了一套科学的评价方法，对玉米抗旱育种有一定的实践意义和参考价值。

参考文献：

[1] 建 华,吕凤山. 玉米苗期抗旱性鉴定研究[J]. 华北农学报, 1995, 10(3):89-93 .

[2] 徐明慧,关义新,等. 玉米芽苗期抗旱性鉴定研究进展综述[J]. 玉米科学, 2002, 10(4): 35-38 .

[3] 张宝石,徐世昌,等. 玉米抗旱基因型鉴定方法和指标的探讨[J]. 玉米科学, 1996, 4(3):19-22 .

[4] 杨成书,薛吉全. 玉米品种抗旱型鉴定研究[J]. 陕西农业科学, 1993, (3):1-4 .

(下转第 88 页)

(上接第 75 页)

- [5] 胡荣海. 农作物抗旱鉴定方法和指标[J]. 作物品种资源, 1988, (2): 36-39.
- [6] 孙彩霞, 沈秀英. 根系和地上部分生长指标与玉米基因型抗旱的灰色关联度分析[J]. 玉米科学, 2000, 8(1): 31-33.
- [7] 李春霞, 等. 玉米杂交重的产量与相关因素的灰色关联度分析[J]. 玉米科学, 1996, 4(1): 35-39.
- [8] 张建华, 王建军, 廖新华. 云南玉米资源苗期的抗旱性评价[J]. 云南农业科技, 1999, (6): 6-8.

- [9] 张长明. 中国玉米栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983.
- [10] 王景升. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [11] 胡荣海, 昌小平, 等. 反复干旱法的生理基础及其应用[J]. 华北农学报, 1996, 11(3): 51-56.
- [12] 李舒凡. 高粱苗期抗旱性鉴定方法与指标的探讨[J]. 作物品种资源, 1999, (3): 44-46.
- [13] 刘学义. 大豆抗旱性评定方法探讨[J]. 中国油料, 1986, (4): 1-4.
- [14] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992.