

DB22

吉 林 省 地 方 标 准

DB 22/T 2017—2014

玉米抗旱性鉴定技术规程

Technical specification of identification for drought resistance in maize

2014 - 02 - 28 发布

2014 - 04 - 30 实施

吉林省质量技术监督局 发 布

前 言

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由吉林省农业委员会提出并归口。

本标准起草单位：吉林省农业科学院。

本标准主要起草人：李晓辉、张春宵、李淑芳、高玉山、孙云云、窦金刚、李海云、陶蕊、李洋、朴明鑫、李钊、王立春、刘慧涛。

玉米抗旱性鉴定技术规程

1 范围

本标准规定了玉米（*Zea mays* L.）萌发期、苗期、开花期、灌浆期和全生育期的抗旱性鉴定及抗旱性评价标准。

本标准适用于玉米品种、自交系和种质资源的抗旱性鉴定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3543.4 农作物种子检验规程 发芽试验

GB 4404.1 粮食作物种子 第1部分：禾谷类

NY/T 1209 农作物品种试验技术规程 玉米

NY 1782 农田土壤墒情检测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玉米自交系 *maize inbred line*

由单株玉米连续自交多代，经过选择而产生的基因型相对纯合的后代。

3.2

玉米杂交种 *maize hybrid*

两个遗传基础不同的玉米品种间、自交系间、自交不亲和系间或雄性不育系与恢复系间杂交，产生有生产利用价值的F₁代。

3.3

对照自交系或品种 *check inbred line or variety*

我国玉米作物不同生态区当地农民多年使用的玉米自交系或大面积种植的地方杂交种。

3.4

校正自交系或品种 *adjusting inbred line or variety*

多年多点抗旱鉴定过程中表现稳定的自交系或杂交种。

3.5

校正值 adjusted value

经过校正自交系或品种校正后的性状值。

3.6

抗旱性 drought resistance

在干旱胁迫下，玉米自交系生长发育或玉米杂交种产量对干旱胁迫的反应能力。

3.7

抗旱系数 drought resistant index

以生长发育对干旱胁迫反应相关的指标或籽粒产量作为依据，以对照材料作为比较标准，评价待测材料抗旱性的指标。

3.8

抗旱性级别 grade of drought resistance

抗旱性分五级，从强到弱依次为：1级，极强（HR, highly resistant）；2级，强（R, resistant）；3级，中等（MR, moderately resistant）；4级，弱（S, susceptible）；5级，极弱（HS, highly susceptible）。

3.9

种子萌发发芽率 percentage of germination

在温室条件下，28℃暗培养培养后第7天（168h）发芽种子数占种子总数的百分率。

3.10

种子萌发抗旱率 drought-resistant percentage of seeds germination

胁迫条件种子萌发指数与对照条件种子萌发指数比值的百分比。

3.11

伤害率 injuring rate

干旱胁迫对玉米造成表型的伤害比率。

3.12

种子萌发抗旱系数 drought-resistant index of seeds germination

种子萌发抗旱率（GDRI）与胚芽长度伤害率（RI）的乘积。

3.13

幼苗干旱存活率 survival percentage after drought stress

玉米幼苗干旱复水后存活株数占总株数的百分率。

3.14

旱棚 rainout shelter

具备遮雨条件的干旱试验棚。

3.15

保绿性 stay-green trait

植株在籽粒生理成熟期叶片因衰老进程延缓而无明显失绿，是育种选择的理想性状。

3.16

籽粒产量 grain yield

小区收获后含14%标准水的籽粒重量，用鲜籽粒烘干称重后折算或用经过矫正的专用水分测定仪测定籽粒含水率后按标准水折算。

4 抗旱性鉴定

4.1 自交系抗旱性鉴定

4.1.1 种子萌发期

4.1.1.1 样品准备

试验种子质量应符合GB/T 4404.1，数量满足试验需要，不应包衣或拌种。30~35℃烘干10 h，冷却至室温待测。

4.1.1.2 胁迫溶液配制

将200 g聚乙二醇-6000溶解在1000 ml无离子水中。

注：种子萌发期抗旱性鉴定用高渗溶液法。即用-0.5 MPa的聚乙二醇-6000水溶液对种子进行胁迫处理，以无离子水培养作为对照。

4.1.1.3 胁迫培养

60粒种子为一个重复，共三次重复，采用砂培不浸种方法，在塑料发芽皿内进行，发芽皿体积为19.5 cm×14 cm×12 cm(长×宽×高)。砂子为黄砂，过筛使砂粒大小均匀，直径≤0.08 mm，对砂子进行洗涤和消毒处理。在发芽皿中装入700 g(厚度为4 cm~5 cm)干砂，用平板刮平后整齐摆放60粒种子，再加入500 g(厚度为2.5~3 cm)干砂，均匀覆盖。加盖避免发芽皿内的水分蒸发。加入200 mL的20% PEG-6000溶液，使砂子中PEG接近饱和状态。

4.1.1.4 对照培养

60粒种子为一个重复，共三次重复，采用砂培不浸种方法，加入200 ml蒸馏水。加盖以防止水分蒸发。分别标记为CK1、CK2和CK3。

4.1.1.5 性状调查

将培养皿放入培养箱中，在28±1℃条件下暗培养，第1 d、3 d、5 d和7 d调查发芽种子数，5d后调查发芽种子的胚芽长度。

4.1.1.6 种子萌发抗旱率

种子萌发抗旱率按式(1)计算：

$$GDRI = PI_s \times PI_{ck}^{-1} \times 100\% \quad (1)$$

其中：

$$PI = 1.00 \times nd1 + 0.75 \times nd3 + 0.50 \times nd5 + 0.25 \times nd7 \quad (2)$$

$$nd = X_{Ger} \times X_{Ts}^{-1} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

PI ——种子萌发指数, 下标 s 、 ck 分别表示胁迫条件和对照条件;

nd ——种子萌发率, $nd1$, $nd3$, $nd5$, $nd7$ 分别为第1、3、5和7天的种子萌发率;

X_{Ger} ——在特定时间的种子萌发数;

X_{Ts} ——种子总数;

$GDRI$ ——种子萌发抗旱率。

4.1.1.7 胚芽长度伤害率

胚芽长度伤害率按式(4)计算:

$$RI = (\bar{X}_{SL,ck} - \bar{X}_{SL,s}) \times \bar{X}_{SL,CK}^{-1} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\bar{X}_{SL,s}$ ——胁迫培养三个重复在5 d萌发种子的胚芽长度平均值;

$\bar{X}_{SL,CK}$ ——对照培养三个重复在5 d萌发种子的胚芽长度平均值;

RI ——胚芽长度伤害率。

4.1.1.8 种子萌发抗旱系数

$$DRI = GDRI \times (1 - RI) \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

DRI ——玉米种子萌发抗旱系数;

$GDRI$ ——种子萌发率;

RI ——胚芽长度伤害率。

4.1.2 苗期

4.1.2.1 种子要求

种子要求应同GB/T 4404.1, 数量满足试验需要, 不应包衣或拌种。

4.1.2.2 培养温度

在相当于日平均气温为 25 ± 5 °C的温室条件下进行抗旱试验。

4.1.2.3 试验设计

三次重复, 每个重复60株(幼苗基数)。

4.1.2.4 播种

在容积为450 mL的不漏水塑料杯中, 装营养土300 g (大田壤土:草碳土:砂土均匀混合5:1:1)。浇水至田间持水量的 85 ± 5 %, 播种、覆土2 cm。

4.1.2.5 胁迫培养

幼苗长至三叶一心时停止供水, 开始进行干旱胁迫。通过称重法或仪器速测法补水维持土壤水分保持在土壤相对含水量的50 %左右, 干旱处理10天后复水, 使土壤水分达田间持水量的 80 ± 5 %。

注: 土壤干旱程度见附录A。

4.1.2.6 性状调查

复水72 h后调查存活苗数，以幼苗或叶片恢复为鲜绿色为存活。

4.1.2.7 幼苗干旱存活率

幼苗干旱存活率按式（6）计算：

$$DS = V_{DS} \times V_{Tt}^{-1} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

DS ——幼苗干旱存活率；

V_{Tt} ——干旱前三次重复总苗数的平均值；

V_{DS} ——复水后三次重复存活苗数的平均值；

4.1.3 开花期、灌浆期

4.1.3.1 种子要求

种子要求同GB 4404.1，数量满足试验需要，不应包衣或拌种。

4.1.3.2 试验设计

试验采用随机区组法，三次重复，小区面积2.2 m²~3.3 m²。种植密度按照区试要求或育种要求实施。设置同熟期品种作对照；肥料作为底肥一次性施入，二铵30 kg/667 m²，尿素20 kg/667 m²。

注：在旱棚条件下模拟干旱。播种前使0~50 cm土层水分达到田间持水量的80%±5%。

4.1.3.3 干旱胁迫处理

开花期干旱胁迫：播种后35±3 d后停止灌水，灌浆期间视情况浇水，保持土壤含水量为田间持水量的55±5%，一直到收获。

4.1.3.4 非干旱胁迫处理

在旱棚内设置非干旱胁迫试验，试验地的土壤养分含量、土壤质地和土层厚度等应与干旱棚基本一致。田间水分管理要保证玉米全生育期水分适宜，播种前表土墒情应保证出苗。保持土壤含水量≥85%田间持水量。

4.1.3.5 栽培管理

根据试验要求适期播种。规范管理，同一项作业在同一天内完成。玉米抽雄前，所有参试品种（系）同时发生倒伏，可进行扶棵，少部分品种（系）发生倒伏，则不扶。及时防治玉米螟等病虫害。

4.1.3.6 性状调查

每小区选5株，单株挂牌，以抽丝期为起点，每隔7 d调查单株叶面积，调查5次。

注：叶长是指叶片基部到叶尖的中脉长度，叶宽是指叶片最宽部位的长度。

4.1.3.7 开花期、灌浆期的抗旱系数

保绿性抗旱系数按式（7）计算：

$$SGDRI = (V_{\max \cdot CK} - V_{\max \cdot S}) / V_{\max \cdot CK} \times (T_{s \cdot CK} - T_{s \cdot S}) / T_{s \cdot CK} \times 100\% \quad (7)$$

其中:

$$LA = L \times W \times 0.75 \quad (8)$$

$$RGLA = LA_i / LA_{\max} \times 100\% \quad (9)$$

$$y = a \times e^{b-cx} / (1 + e^{b-cx}) \quad (10)$$

式中:

LA ——单叶叶面积;

L ——表示叶片中脉长度;

W ——表示叶片最大宽度;

$RGLA$ ——相对绿叶面积;

LA_i ——抽丝后某时刻绿叶面积;

$LA_{\max}$ ——抽丝期最大绿叶面积;

y ——某一时刻的 $RGLA(\%)$;

x ——抽丝后天数;

a —— $RGLA$ 的理论初始值;

b 、 c ——叶片衰老启动相关参数;

T_s ——衰老启动时间, 定义植株相对绿叶面积达到 95%时为衰老启动时间;

$V_{\max}$ ——绿叶面积最大衰减速率;

$T_{\max}$ ——出现最大绿叶衰减速率时间。

注: 利用式(8)计算单叶叶面积(LA), 利用式(9)计算抽丝后某一时刻的相对绿叶面积($RGLA$), 利用式(10)求得得出相对绿叶面积最大衰减速率($V_{\max}$)、绿叶面积最大衰减速率出现时间($T_{\max}$)、植株衰老起始时间(T_s), 最终利用式(7)计算保绿性抗旱系数。

4.1.4 自交系全生育期

4.1.4.1 种子要求

种子要求同GB/T 4404.1, 数量满足试验需要, 不应包衣或拌种。

4.1.4.2 试验设计

试验采用随机区组法, 三次重复, 小区面积 $2.2 \text{ m}^2 \sim 3.3 \text{ m}^2$ 。种植密度按照区试要求或育种要求实施。设置同熟期品种作对照; 肥料作为底肥一次性施入, 二铵 $30 \text{ kg}/667 \text{ m}^2$, 尿素 $20 \text{ kg}/667 \text{ m}^2$ 。

注: 自交系全生育期抗旱性鉴定在旱棚进行。

4.1.4.3 干旱胁迫处理

播种前使 $0 \sim 50 \text{ cm}$ 土层水分达到田间持水量的 $80\% \pm 5\%$, 在不同生育时期视墒情补水, 保持土壤含水量为田间持水量的 $55 \pm 5\%$, 一直到收获。

4.1.4.4 非干旱胁迫处理

在旱棚内设置非干旱胁迫试验，试验地的土壤养分含量、土壤质地和土层厚度等应与干旱棚基本一致。田间水分管理要保证玉米全生育期水分适宜，播种前表土墒情应保证出苗。保持土壤含水量 $\geq 85\%$ 田间持水量。

4.1.4.5 栽培管理

根据试验要求适期播种。规范管理，同一项作业在同一天内完成。玉米抽雄前，所有参试品种（系）同时发生倒伏，可进行扶棵，少部分品种（系）发生倒伏，则不扶。及时防治玉米螟等病虫害。

4.1.4.6 性状调查

分别在苗期（三叶一心）、开花期（50%抽雄吐丝）和灌浆期（全部植株散粉结束），取田间长势一致的5株单组挂牌，测量株高、茎粗。

注1：株高：苗期测量叶枕株高，即从地面到最上片叶叶枕的高度；开花期和灌浆期测量自然株高，即自然状态下植株的高度。

注2：茎粗：苗期测量植株子叶处最大茎粗；开花期和灌浆期测量雌穗下位叶处最大茎粗。

4.1.4.7 自交系全生育期抗旱系数

自交系全生育期抗旱系数按式（11）计算

$$DRI = \prod_{i=1}^3 (DRI_{ph} \times DRI_{sd}) \dots\dots\dots (11)$$

其中：

$$DRI_{ph} = ph_s \times ph_{ck}^{-1} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

$$DRI_{sd} = sd_s \times sd_{ck}^{-1} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

式中：

ph ——表示株高，下标 s 、 ck 分别表示胁迫条件和对照条件；

sd ——表示茎粗；

i ——表示玉米的生长时期，1、2、3分别表示苗期、开花期和灌浆期。

4.2 玉米杂交种抗旱性鉴定

4.2.1 杂交种种子萌发期

同4.1.1。

4.2.2 杂交种苗期

同4.1.2。

4.2.3 杂交种开花期、灌浆期

在旱棚条件下模拟干旱进行。播种前使0~50 cm土层水分达到田间持水量的80% $\pm 5\%$ 。

4.2.3.1 种子要求

种子要求同GB/T 4404.1，数量满足试验需要，不应包衣或拌种。

4.2.3.2 试验设计

试验采用随机区组法，三次重复，小区面积 $2.2\text{ m}^2\sim 3.3\text{ m}^2$ 。种植密度按照区试要求或育种要求实施。设置同熟期品种作对照；肥料作为底肥一次性施入，二铵 $30\text{ kg}/667\text{ m}^2$ ，尿素 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 。

4.2.3.3 干旱胁迫处理

设2个处理。开花期干旱胁迫：播种后 $35\pm 3\text{ d}$ 后停止灌水，灌浆期间视情况浇水；灌浆期干旱胁迫：播种后 $45\pm 3\text{ d}$ 停止灌水，保持土壤含水量为田间持水量的 $55\pm 5\%$ ，一直到收获。

4.2.3.4 非干旱胁迫处理

在旱棚内设置非干旱胁迫试验，试验地的土壤养分含量、土壤质地和土层厚度等应与干旱棚基本一致。田间水分管理要保证玉米全生育期水分适宜，播种前表土墒情应保证出苗。保持土壤含水量 $\geq 85\%$ 田间持水量。

4.2.3.5 栽培管理

根据试验要求适期播种。

规范管理，同一项作业在同一天内完成。玉米抽雄前，所有参试品种（系）同时发生倒伏，可进行扶棵，少部分品种（系）发生倒伏，则不扶。及时防治玉米螟等病虫害。

4.2.3.6 收获计产

按照 NY/T 1209的规定执行。

4.2.3.7 抗旱系数

抗旱系数按公式（14）计算：

$$DRI = (Y_a)^2 \times Y_m^{-1} \times Y_M \times (Y_A)^{-2} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- DRI ——参试品种的抗旱指数；
- Y_a ——参试品种的旱处理产量；
- Y_m ——参试品种的水处理产量；
- Y_M ——对照品种的水处理产量；
- Y_A ——为对照品种的旱处理产量。

4.2.4 杂交种全生育期

4.2.4.1 种子要求

同4.1.4.1。

4.2.4.2 试验设计

同4.1.4.2。

注：杂交种全生育期抗旱性鉴定在旱棚进行。

4.2.4.3 干旱胁迫处理

播种前使 $0\sim 50\text{ cm}$ 土层水分达到田间持水量的 $80\pm 5\%$ ，在不同生育时期视墒情补水，保持土壤含水量为田间持水量的 $55\pm 5\%$ ，以便保证一定产量。

4.2.4.4 非干旱胁迫处理

同4.1.4.4。

4.2.4.5 栽培管理

根据试验要求适期播种。规范管理，同一项作业在同一天内完成。玉米抽雄前，所有参试品种（系）同时发生倒伏，可进行扶棵，少部分品种（系）发生倒伏，则不扶。及时防治玉米螟等病虫害。

4.2.4.6 性状调查

同4.2.3.6。

4.2.4.7 杂交种全生育期抗旱系数

同4.2.3.7。

5 抗旱性评价标准

5.1 自交系抗旱性评价标准

5.1.1 自交系种子萌发期的抗旱性评价标准

玉米种子萌发期抗旱性评价应符合表 1。

表1 玉米种子萌发期的抗旱性评价标准

级别	抗旱系数（%）	抗旱性
1	≥42.5	极强（HR）
2	31.0-42.4	强（R）
3	19.5-30.9	中等（MR）
4	8.0-19.4	弱（S）
5	≤7.9	极弱（HS）

5.1.2 自交系苗期的抗旱性评价标准

玉米苗期抗旱性评价应符合表2。

表2 玉米自交系苗期抗旱性评价标准

级别	干旱存活率（%）	抗旱性
1	≥80.0	极强（HR）
2	66.0-79.9	强（R）
3	50.0-65.9	中等（MR）
4	40.0-49.9	弱（S）
5	≤39.9	极弱（HS）

5.1.3 开花期、灌浆期的抗旱性评价标准

玉米开花期、灌浆期的抗旱性评价标准应符合表3。

表3 玉米开花期、灌浆期的抗旱性评价标准

级别	抗旱系数 (%)	抗旱性
1	≤ 0.99	极强 (HR)
2	1.00–6.99	强 (R)
3	7.00–13.99	中等 (MR)
4	14.00–20.99	弱 (S)
5	≥ 21.00	极弱 (HS)

5.1.4 自交系全生育期的抗旱性评价标准

玉米自交系全生育期抗旱性评价应符合表4。

表4 玉米自交系全生育期抗旱性评价标准

级别	抗旱系数 (%)	抗旱性
1	≥ 45.0	极强 (HR)
2	34.0–44.9	强 (R)
3	23.0–33.9	中等 (MR)
4	12.0–22.9	弱 (S)
5	≤ 11.9	极弱 (HS)

5.2 杂交种抗旱性评价标准

5.2.1 杂交种种子萌发期的抗旱性评价标准

同 5.1.1

5.2.2 杂交种苗期的抗旱性评价标准

同 5.1.2

5.2.3 杂交种开花、灌浆期的抗旱性评价标准

玉米杂交种开花期、灌浆期的抗旱性评价应符合表5、表6。

表5 玉米杂交种花期抗旱性评价标准

级别	抗旱系数 (%)	抗旱性
1	≥ 1.30	极强 (HR)
2	1.10–1.29	强 (R)
3	0.90–1.09	中等 (MR)
4	0.70–0.89	弱 (S)
5	≤ 0.69	极弱 (HS)

表6 玉米杂交种灌浆期抗旱评价标准

级别	抗旱系数 (%)	抗旱性
1	≥ 1.20	极强 (HR)
2	1.00-1.19	强 (R)
3	0.80-0.99	中等 (MR)
4	0.60-0.79	弱 (S)
5	≤ 0.59	极弱 (HS)

5.2.4 杂交种全生育期的抗旱性评价标准

玉米杂交种全生育期的抗旱性评价应符合表 7。

表7 玉米杂交种全生育期抗旱评价标准

级别	抗旱系数 (%)	抗旱性
1	≥ 1.20	极强 (HR)
2	1.00-1.19	强 (R)
3	0.80-0.99	中等 (MR)
4	0.60-0.79	弱 (S)
5	≤ 0.59	极弱 (HS)

6 抗旱性鉴定规则

6.1 品种、自交系、种质资源的抗旱性鉴定

应以全生育期抗旱性鉴定结果为准。

6.2 其它目的的抗旱性鉴定

应以种子萌发期、苗期、开花期、灌浆期的鉴定结果作为该时期的评价指标。

注1：在进行不同年季间, 不同批次待测样品抗旱性鉴定时可引入资料性附录 B 中的校正自交系或品种。

注2：表 1 至表 7 中评价标准均依靠实验数据人为划分，在鉴定材料抗旱性时可参照执行。

附 录 A
(规范性附录)
土壤干旱程度划分表

表A.1 土壤干旱程度划分表

干旱程度	土色	土壤水分
偏湿	暗黑	湿，土壤含水率大于 20%，或土壤相对湿度>80%。
适宜	褐色	潮湿，土壤含水率在 15%-20%，或土壤相对湿度在 60% -80%。
轻旱	黄色	湿润，土壤含水率在 12%-15%，或土壤相对湿度在 40%-60%。
中旱	浅灰	黄半干，土壤含水率 8%左右，或土壤相对湿度在 20%-40%。
重旱	灰白	干，土壤含水率在 5%以下，或土壤相对湿度<20%。

附 录 B
(规范性附录)
校正自交系或品种推荐表

表B. 1 校正自交系或品种推荐表

自交系		杂交种	
名称	抗旱级别	名称	抗旱级别
丹黄 02	极强	郑单 958	极强
H21	较强	吉单 27	较强
丹340	中	吉单 278	中
P138	较弱	吉单 39	较弱
丹360	极弱	吉单 536	极弱