

ICS 65.020.20  
CCS B 05

NY

# 中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4473—2025

## 玉米抗旱性鉴定评价技术规程

Technical code of practice for characterization and evaluation  
of drought tolerance in maize

2025-01-09 发布

中华人民共和国农业农村部 发布





## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由农业农村部种植业管理司提出并归口。

本文件起草单位：中国农业科学院作物科学研究所、新疆农业科学院粮食作物研究所。

本文件主要起草人：黎裕、孙宝成、王天宇、刘成、李春辉、王阳、唐怀君、李永祥、张登峰、谢小清、石云素、宋燕春、张磊、刘旭洋。



# 玉米抗旱性鉴定评价技术规程

## 1 范围

本文件确立了玉米(*Zea mays* L.)抗旱性鉴定评价程序,规定了玉米在种子萌发期、芽苗期、苗期、开花期、灌浆期、全生育期等不同阶段的抗旱性鉴定评价操作指示,描述了过程记录、试验方法等证实方法。

本文件适用于玉米品种、育种材料和种质资源的抗旱性鉴定评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 4404.1 粮食作物种子 第1部分:禾谷类

NY/T 1121.22 土壤检测 第22部分:土壤田间持水量的测定 环刀法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**抗旱性 drought tolerance**

在干旱胁迫环境下,玉米维持生长发育或形成产量的能力。

### 3.2

**种子萌发期 germination stage**

种子吸水膨胀,至胚芽长度达到种子长度的一半或种子根长度与种子长度相等的阶段。

### 3.3

**芽苗期 the period from germination to seedling**

种子吸水膨胀开始萌发至三叶一心的阶段。

### 3.4

**苗期 seedling stage**

种子发芽出土至生殖生长期开始的阶段。

### 3.5

**开花期 flowering stage**

从散粉或吐丝开始到散粉或吐丝结束的阶段。

### 3.6

**灌浆期 grain filling stage**

玉米受精后,通过同化作用将淀粉、蛋白质和其他有机物质等储存在籽粒里的阶段。

### 3.7

**全生育期 the period from germination to maturity**

玉米种子发芽后,历经生长发育,形成下一代成熟种子的阶段。

## 4 玉米抗旱性鉴定评价程序

本文件针对玉米不同生育时期,规定了种子萌发期、芽苗期、苗期、开花期、灌浆期抗旱性鉴定评价操作指示,每部分包括了干旱胁迫和对照处理方法、性状鉴定评价方法和相应抗旱指数计算方法。可根据不

同鉴定目的或需求,开展针对特定时期的玉米抗旱性鉴定。

## 5 玉米抗旱性鉴定评价

### 5.1 种子萌发期抗旱性鉴定评价

#### 5.1.1 种子准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。待测种子先用 75%(V/V)酒精溶液浸泡 5 min,用灭菌蒸馏水冲洗 2 遍,再用 2%次氯酸钠溶液消毒 10 min,之后用灭菌蒸馏水冲洗 3 遍,用滤纸吸干附着水。

#### 5.1.2 胁迫溶液配制

25℃环境下,将 151.4 g 的 PEG-6000 溶解定容至 1 000 mL 无离子水中,即获得-0.3 MPa PEG-6000 水溶液;将 178.3 g 的聚乙二醇-6000(PEG-6000)溶解在 1 000 mL 无离子水中,即获得-0.4 MPa PEG-6000 水溶液。-0.4 MPa PEG-6000 水溶液适用于玉米品种抗旱性鉴定,-0.3 MPa 水溶液适用于玉米种质资源和育种材料抗旱性鉴定。

#### 5.1.3 胁迫与对照处理

种子放在有双层滤纸的灭菌玻璃培养皿中,加入适量的-0.3 MPa 或-0.4 MPa PEG-6000 水溶液(每个培养皿中加入相同量溶液),加盖,避免水分蒸发。在 25℃黑暗条件下进行萌发。3 次重复,每个重复 100 粒。在对照处理中,采用以上类似方法,但用无离子水代替-0.3 MPa 或-0.4 MPa PEG-6000 水溶液。

#### 5.1.4 种子萌发期抗旱指数计算

种子放入培养皿后第 48 h、第 96 h、第 144 h、第 192 h 时调查萌发种子数。胚芽长度达到种子长度的 1/2,种子根长度约与种子长度相等,计为有效萌发。每次记录萌发种子数后,取走已计数的萌发种子,下次不再重复计数。种子萌发期抗旱指数按公式(1)计算。种子萌发指数按公式(2)计算。

$$DTI_G = PI_s / PI_c \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$DTI_G$  —— 种子萌发期抗旱指数;

$PI_s$  —— 胁迫条件下种子萌发指数;

$PI_c$  —— 对照条件下种子萌发指数。

$$PI = (1.00 \times nd_2 + 0.75 \times nd_4 + 0.50 \times nd_6 + 0.25 \times nd_8) / N \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$PI$  —— 种子萌发指数;

$nd_2$ 、 $nd_4$ 、 $nd_6$  和  $nd_8$  —— 为种子放入培养皿后第 48 h、96 h、144 h、192 h 时统计的新增萌发种子数;

1.00、0.75、0.5、0.25 —— 换算系数;

$N$  —— 种子总数。

计算出的抗旱指数保留 2 位小数。

#### 5.1.5 种子萌发期抗旱性评价

种子萌发期的抗旱级别按种子萌发期抗旱指数( $DTI_G$ )进行评价,评价指标要求见表 1。

表 1 玉米种子萌发期的抗旱性评价指标

种子萌发期抗旱指数( $DTI_G$ )	抗旱性级别
>0.90	1(极强)
0.70~0.90	2(强)
0.30~0.69	3(中等)
0.10~0.29	4(弱)
<0.10	5(极弱)

## 5.2 芽苗期抗旱性鉴定评价

### 5.2.1 种子与土壤准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。按照 1 : 1 比例进行营养土与石英砂或河沙(20 目~30 目)混配,要求配制的土壤土质疏松、无大颗粒、不含种子、无毒无菌、pH 为 6.0~7.5。按 NY/T 1121.22 的规定测定土壤田间最大持水量( $X$ , g/kg)。

5.2.2 胁迫与对照处理

称取净重量为  $W_s$  的土壤(kg),加入重量为  $0.40 \times (X \times W_s)$  的水(g),混匀,即相对含水量为最大持水量 40%的胁迫用土壤,置于干旱胁迫处理组箱体(52 cm × 34 cm × 15 cm)中。称取净重量为  $W_s$  的土壤(kg),加入重量为  $0.70 \times (X \times W_s)$  的水(g),混匀,即相对含水量为最大持水量 70%的正常水分土壤,置于正常水分对照组箱体中。

5.2.3 播种与幼苗培养

两组箱体同时播种。分排逐粒精细播种,3 次重复。每个重复中每份材料播种 50 粒,行距 7 cm,株距 5 cm,土壤厚度为 10 cm,播种深度 3 cm,播后覆土覆膜。环境温度 25 °C 左右,避免强光照射和昼夜温差过大的影响。待 50%种子发芽出土后揭膜。

5.2.4 芽苗期抗旱指数计算

在正常水分对照组有植株开始出现四叶一心时,同时统计对照组和干旱胁迫处理组材料达到三叶一心时期的总植株数。基于成苗指数的芽苗期抗旱指数按公式(3)计算,成苗指数(EI)按公式(4)计算。

$$DTI_{GS} = EI_s / EI_c \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$DTI_{GS}$ ——芽苗期抗旱指数;

$EI_s$  ——为胁迫条件下成苗指数;

$EI_c$  ——为对照条件下成苗指数。

$$EI = n / N \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$n$  ——达到三叶期的植株数;

$N$  ——播种种子总数。

计算保留 2 位小数。

5.2.5 芽苗期抗旱性评价

芽苗期的抗旱级别按芽苗期抗旱指数( $DTI_{GS}$ )进行评价,评价指标要求见表 2。

表 2 玉米芽苗期的抗旱性评价指标

芽苗期抗旱指数( $DTI_{GS}$ )	抗旱性级别
>0.90	1(极强)
0.70~0.90	2(强)
0.30~0.69	3(中等)
0.10~0.29	4(弱)
<0.10	5(极弱)

5.3 苗期抗旱性鉴定评价

5.3.1 种子与土壤准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。按照 1 : 1 比例进行营养土与石英砂或河沙(20 目~30 目)混配,要求配制的土壤土质疏松、无大颗粒、不含种子、无毒无菌、pH 为 6.0~7.5。按 NY/T 1121.22 的规定测定土壤田间最大持水量( $X$ , g/kg)。

5.3.2 胁迫处理

称取净重量为  $W_s$  的土壤(kg),加入重量为  $0.70 \times (X \times W_s)$  的水(g),混匀,即相对含水量为最大持水量 70%的试验用土壤,置于箱体中。每一塑料箱中播种一种材料,3 次重复。分排单粒播种,播种深度 3 cm,播后覆土覆膜。环境温度 25 °C 左右,避免强光照射和昼夜温差过大的影响。待 50%种子发芽出土后揭膜,全部出苗后定留苗 50 株。播种后停止灌水,至土壤含水量下降到田间最大持水量 30%,72 h 后

复水至土壤含水量达到最大持水量的 70%，终止胁迫。

5.3.3 苗期抗旱指数计算

在复水 72 h 后心叶变绿调查幼苗存活株数。基于幼苗存活率的苗期抗旱指数按公式(5)计算。

$$DTI_s = PS/PT \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$DTI_s$  —— 苗期抗旱指数；

$PS$  —— 存活植株数；

$PT$  —— 总植株数；

计算保留 2 位小数。

5.3.4 苗期抗旱性评价

苗期的抗旱级别按苗期抗旱指数( $DTI_s$ )进行评价,评价指标要求见表 3。

表 3 玉米苗期抗旱性评价指标

苗期抗旱指数( $DTI_s$ )	抗旱级别
>0.90	1(极强)
0.70~0.90	2(强)
0.30~0.69	3(中等)
0.10~0.29	4(弱)
<0.10	5(极弱)

5.4 开花期抗旱性鉴定评价

5.4.1 种子准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。

5.4.2 鉴定设计

在遮雨棚,或抽雄前 15 d 至吐丝后 15 d 内降水量低于 20 mm 的大田条件下进行。采用干旱胁迫处理区和正常灌水对照区分开的田间设计方法。水旱区中间设置 3m 以上隔离区。早熟、中熟和晚熟材料分区种植,以利于水分控制。每隔 10 个或 20 个待测材料插入 2 个典型自交系或杂交种作为对照材料。小区面积尽量最大化,3 次重复。

5.4.3 胁迫处理

播种至干旱胁迫处理前正常灌水,保证全苗和植株正常生长发育;在吐丝前 10 d~15 d 停止灌水(具体时间需根据当地降水量和蒸发量综合考虑),使吐丝期时玉米植株受到干旱胁迫,吐丝 10 d 后正常灌水。

5.4.4 对照处理

对照处理在全生育期内均足量灌水,其他田间管理同 5.4.3。

5.4.5 开花期抗旱指数计算

收获后调查小区籽粒产量。开花期抗旱指数( $DTI_F$ ):以小区籽粒产量评价开花期抗旱性,按公式(6)计算。

$$DTI_F = (GY_{s,D}/GY_{s,W})/(GY_{M,D} / GY_{M,W}) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$DTI_F$  —— 开花期抗旱指数；

$GY_{s,D}$  —— 待测材料胁迫处理条件下籽粒产量的数值,单位为克(g)；

$GY_{s,W}$  —— 待测材料对照处理条件下籽粒产量的数值；

$GY_{M,W}$  —— 所有材料正常水分处理条件下平均籽粒产量的数值,或当待测材料不多时在整个试验中 2 个对照材料正常水分处理条件下平均籽粒产量的数值；

$GY_{M,D}$  —— 所有材料干旱胁迫处理条件下平均籽粒产量的数值,或当待测材料不多时在整个试验中 2 个对照材料干旱胁迫处理条件下平均籽粒产量的数值。

计算保留 2 位小数。

#### 5.4.6 开花期抗旱性评价

开花期的抗旱级别按开花期抗旱指数( $DTI_F$ )进行评价,评价指标要求见表 4。

表 4 玉米开花期抗旱性评价指标

开花期抗旱指数( $DTI_F$ )	抗旱性级别
>1.80	1(极强)
1.30~1.80	2(强)
0.70~1.29	3(中等)
0.20~0.69	4(弱)
<0.20	5(极弱)

#### 5.5 灌浆期抗旱性鉴定评价

##### 5.5.1 种子准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。

##### 5.5.2 鉴定设计

在遮雨棚,或抽雄至授粉后 30 d 期间降雨量低于 20 mm 的大田进行。采用干旱胁迫处理区和正常灌水对照区分开的田间设计方法。水旱区中间设置 3m 以上隔离区。早熟、中熟和晚熟材料分区种植,以利于水分控制。每隔 10 个或 20 个左右待测材料插入 2 个典型自交系或杂交种作为对照材料。小区面积尽量最大化,3 次重复。

##### 5.5.3 胁迫处理

播种期至抽雄期期间正常灌水,保证全苗和植株正常生长发育,在吐丝时与对照等量灌水,之后停水至吐丝 30 d 后恢复正常灌水。

##### 5.5.4 对照处理

对照处理在全生育期内足量灌水,其他田间管理同 5.5.3。

##### 5.5.5 灌浆期抗旱指数计算

收获后调查小区籽粒产量。灌浆期抗旱指数( $DTI_{GF}$ ):以小区籽粒产量计算抗旱指数的方法同公式(6)。

##### 5.5.6 灌浆期抗旱性评价

灌浆期的抗旱级别按灌浆期抗旱指数( $DTI_{GF}$ )进行评价,评价指标要求见表 5。

表 5 玉米灌浆期抗旱性评价指标

灌浆期抗旱指数( $DTI_{GF}$ )	抗旱性级别
>1.80	1(极强)
1.30~1.80	2(强)
0.70~1.29	3(中等)
0.20~0.69	4(弱)
<0.20	5(极弱)

#### 5.6 全生育期抗旱性鉴定评价

##### 5.6.1 种子准备

试验种子质量应符合 GB 4404.1 的要求。

##### 5.6.2 鉴定设计

在遮雨棚,或全生育期降水量在 200 mm 以下的地方进行。采用干旱胁迫处理区和正常灌水对照区分开的田间设计方法。水旱区中间设置 3 m 以上隔离区。每隔 10 个或 20 个待测材料插入 2 个典型自交系或杂交种作为对照材料。小区面积尽量最大化,3 次重复。

##### 5.6.3 对照处理

正常灌水对照区供水总量(降水量和灌水量总和)一般保持在 5 250 m<sup>3</sup>/h~6 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。全生育期灌水时间和灌水量的确定以植株整体不受旱为出发点,当有待测材料出现旱象时立即灌水;灌水量为预定供水总量减去同期的历史降水量,当 10 d 前降水量多于历年平均降水量时,可适当减少。

5.6.4 胁迫处理

播种时足量灌水保证全苗,之后每次灌水时间与正常灌水对照区相同,但灌水量根据鉴定要求确定,分为轻度胁迫(灌水量为对照处理灌水量的 70%)、中度胁迫(灌水量为对照处理灌水量的 50%)和重度胁迫(灌水量为对照处理灌水量的 30%)。

5.6.5 全生育期抗旱指数计算

收获后调查小区籽粒产量。全生育期抗旱指数(DTI<sub>GM</sub>):以小区籽粒产量计算抗旱指数的方法同公式(6)。

5.6.6 全生育期抗旱性评价标准

全生育期的抗旱级别按全生育期抗旱指数(DTI<sub>GM</sub>)进行评价,评价指标要求见表 5。

表 6 玉米全生育期抗旱性评价指标

全生育期抗旱指数(DTI <sub>GM</sub> )	抗旱性级别
>1.80	1(极强)
1.30~1.80	2(强)
0.70~1.29	3(中等)
0.20~0.69	4(弱)
<0.20	5(极弱)

6 记录与档案

将种子准备、溶液配制、土壤准备、胁迫和对照处理、鉴定、计算、评价等全过程进行详细记录,同时记录生产过程中的关键环节(农机具、种子、灌溉、化肥、农药、农膜、作业环节时间等),以及大田试验期间农业气象资料(如降水量、温度等),建立专用档案,按期归档。