

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 2036—2011

热带块根茎作物品种资源抗逆性 鉴定技术规范 木薯

Technical specification of stress evaluating for germplasm resources of
tropical root crops—Cassava

2011-09-01 发布

2011-12-01 实施

中华人民共和国农业部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国农业部农垦局提出。

本标准由农业部热带作物及制品标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所。

本标准主要起草人：李开绵、张振文、叶剑秋、闫庆祥、许瑞丽、欧文军、陆小静、黄洁、吴传毅、郑永清。

热带块根茎作物品种资源抗逆性 鉴定技术规范 木薯

1 范围

本标准规定了木薯(*Manihot esculenta* Crantz)种质资源苗期抗逆性(耐寒、抗旱和耐盐性)鉴定。本标准适用于木薯(*Manihot esculenta* Crantz)种质资源苗期抗逆性(耐寒、抗旱和耐盐性)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。

NY/T 356 木薯 种茎

NY/T 1320 农作物种质资源鉴定技术规程 甘薯

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抗逆性 stress tolerance

本规范所指的抗逆性是木薯种质苗期耐寒性(10℃低温)、抗旱性(30%的聚乙二醇-6000)和耐盐性(600 mmol/L NaCl)。

3.2

干物质胁迫指数 dry matter tolerance index, DMTI

指胁迫条件下木薯幼苗干物质重与对照木薯幼苗干物质重的百分比。

3.3

苗期 seedling stage

指5 cm高的植株占10%时作为苗期界定。参见附录A。

4 要求

4.1 材料和采样

4.1.1 材料

按照 NY/T 356 木薯种茎标准的规定选取一级木薯种茎为鉴定材料;选用 100 目石英砂经去离子水冲洗 20 次后自然凉干作为种茎苗期培养基质备用。

4.1.2 采样方式

对照和处理均采用整株采样法,各重复分别称重,计算植株总生物量,取平均值,单位为千克(kg)。

4.1.3 样品干物质含量

采样后,根据 NY/T 1320 中干物质含量测定方法进行。

4.2 试验条件

耐寒性鉴定在恒温培养箱中进行;抗旱、耐盐性鉴定在温室中进行。所有鉴定过程采用塑料花盆砂培种植方式,并采用 Hoagland 营养液提供生长期所需营养, Hoagland 配制方法参见附录 B。

4.3 鉴定方法

4.3.1 种质耐寒性鉴定

4.3.1.1 鉴定步骤

耐寒性鉴定采用反复低温胁迫法,具体操作步骤如下:

第一步:鉴定材料准备

将木薯种茎竖插种植在装有石英砂的漏底塑料花盆中,再用塑料盆垫底,防止漏水,共种植 200 株,待植株生长到苗期时开始进行鉴定。其中,每个试验材料分胁迫和非胁迫处理,均种植 30 株,3 次重复,分别记为 T₁、T₂、T₃ 和 CK₁、CK₂、CK₃。

第二步:实验条件

低温胁迫的条件为 10℃,相对湿度 70%±5%,非胁迫的条件为 25℃,室外盆栽,适当光照(约 1 000 μmol/m²/s)。

第三步:第一次低温胁迫—复温处理

将试验材料移入温度 10℃、相对湿度 70%±5%的低温培养箱中进行低温胁迫处理,10 d 后立即停止低温胁迫,将植株移到培养箱外(25℃)正常生长,复温 5 d 后,根据表 1 调查冷害级别和株数。

第四步:第二次低温胁迫—复温处理

第一次复温调查后再移回低温培养箱进行低温胁迫,当所有植株再度萎蔫,50%以上植株不同程度受害,甚至出现叶片脱落时停止低温胁迫,并移至培养箱外复温,复温 5 d 后调查记录冷害级别,整株采样测定植株总生物量。植株冷害级别数据按表 1 的判定级别记录。

表 1 植株冷害级别判定

级别	受害情况
1	不受害
2	少数嫩叶受害,嫩茎无受害
3	1/2 以下嫩叶受害,部分嫩茎受害
4	1/2~3/4 嫩叶和嫩茎枯萎,老叶脱落
5	3/4 以上嫩叶和嫩茎枯萎,叶片大量脱落,部分老茎受害
6	整株干枯死亡

调查数据记录方式参见附录 E。

4.3.1.2 结果计算

按式(1)计算冷害指数:

$$CII = \frac{\sum (Mc \times V)}{H \times N} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CII(Chilling Injury Index)——冷害指数;

Mc——两次调查受害植株总数(株);

V——各冷害级数值;

H——最高级数(级);

N——调查总株数(株)。

计算结果精确到 0.1。

按式(2)计算干物质胁迫指数:

$$DMTI = \frac{W_c - W_t}{W_c} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

DMTI(Dry Matter Tolerance Index)——干物质胁迫指数;

W_t——处理样植株干物质重,单位为千克(kg);

W_c——对对照样植株干物质重,单位为千克(kg)。

计算结果精确到 0.1。

按式(5)计算耐寒性综合系数：

根据 NY/T 1320 附录 G 的系数转换方式，把 CII、DMTI 值按隶属函数在[0~1]的区间上进行转换。

$$U(X_c) = \begin{cases} 0 & 0 \leq a_1 < 1 \\ \frac{X_c - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 < X_c < a_2 \\ 1 & 0 < a_2 \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

a_1 —— $\min\{X_c\}$ ；

a_2 —— $\max\{X_c\}$ ；

X_c ——重复测得的 CII。

计算结果精确到 0.1。

$$U(X_d) = \begin{cases} 0 & 0 \leq b_1 < 1 \\ \frac{X_d - b_1}{b_2 - b_1} & b_1 < X_d < b_2 \\ 1 & 0 < b_2 \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

b_1 —— $\min\{X_d\}$ ；

b_2 —— $\max\{X_d\}$ ；

X_d ——重复测得的 DMTI。

计算结果精确到 0.1。

根据式(3)、式(4)得如下：

$$CTII = \frac{U(X_c) + U(X_d)}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

CTII(Chilling Tolerance Integration Index)——耐寒性综合系数。

计算结果精确到 0.1。按表 2 给出的评价标准进行耐寒性评价。

表 2 耐寒性分级标准

耐寒级别	耐寒性综合系数	耐寒性评价
1	≥ 70.0	极强
2	69.9~55.0	强
3	54.9~40.0	中等
4	39.9~25.0	弱
5	< 25.0	极弱

4.3.2 种质抗旱性鉴定

4.3.2.1 鉴定步骤

抗旱性鉴定采用反复干旱胁迫法，具体操作步骤如下：

第一步：鉴定材料准备

将木薯种茎竖插种植在装有石英砂的漏底塑料花盆中，再用塑料盆垫底，防止漏水，共种植 200 株，待植株生长到苗期时取用。其中，每个试验材料分胁迫和非胁迫处理均种植 30 株，3 次重复，分别记为 T₁、T₂、T₃ 和 CK₁、CK₂、CK₃。胁迫处理用含有 30% 的聚乙二醇-6000(PEG-6000)的 Hoagland 营养液作为干旱试验胁迫剂，用 Hoagland 营养液作对照，每次浇灌使用等体积溶液。干旱试验胁迫剂的配

制参照附录 C。

第二步:实验条件

整个干旱胁迫试验过程在防水大棚中进行,适当光照(约 1 000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)。

第三步:第一次早胁迫—复水处理

干旱胁迫处理 25 d 后立即停止干旱胁迫,开始复水。复水 5 d 后,以幼苗叶片转为鲜绿色为存活标准,其他为受旱害。根据表 3 调查旱害级别和株数。

第四步:第二次干旱胁迫—复水处理

第一次复水后即停止供水,当所有品种再度萎蔫,上午叶片萎蔫下垂,多数植株不同程度整株枯死,50%以上植株叶片脱落时,开始第二次复水,复水 5 d 后调查旱害数,整株采样测定植株总生物量。植物旱害级别数据按表 3 的判定级别记录。

表 3 植株旱害级别判定

级别	受害情况
1	不受害
2	1/3 嫩叶呈失水萎蔫状
3	1/2~2/3 嫩叶呈失水萎蔫状,1/3 成熟叶萎蔫并枯黄
4	2/3 以上嫩叶呈失水萎蔫状,1/2 成熟叶萎蔫并枯黄
5	所有嫩叶呈失水萎蔫状,部分成熟叶全部枯黄,并开始脱落
6	植株叶全部枯死

调查数据记录方式参见附录 E。

4.3.2.2 结果计算

按式(6)计算耐旱指数:

$$DTI = \frac{\sum(Md \times V)}{H \times N} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- DTI(Drought Tolerance Index)——耐旱指数;
- Md ——两次调查受害植株总数(株);
- V ——各旱害级数值;
- H ——最高级数(级);
- N ——调查总株数(株)。

计算结果精确到 0.1。

按式(7)计算干物质胁迫指数:

$$DMTI = \frac{W_c - W_t}{W_c} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- DMTI(Dry Matter Tolerance Index)——干物质胁迫指数;
- W_t ——处理样植株干物质重,单位为千克(kg);
- W_c ——对对照样植株干物质重,单位为千克(kg)。

计算结果精确到 0.1。

按式(9)计算抗旱性综合系数:

根据 NY/T 1320 附录 G 的系数转换方式,把 DTI 值按隶属函数在[0~1]的区间上进行转换。

$$U(X_t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq a_1 < 1 \\ \frac{X_t - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 < X_t < a_2 \\ 1 & 0 < a_2 \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

a_1 —— $\min\{X_t\}$;

a_2 —— $\max\{X_t\}$;

X_t ——重复测得的 DTI。

计算结果精确到 0.1。

根据式(8)、式(4)得如下:

$$DTII = \frac{U(X_t) + U(X_d)}{2} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

DTII(Drought Tolerance Integration Index)——抗旱性综合系数。

计算结果精确到 0.1。按表 4 给出的评价标准进行抗旱性评价。

表 4 抗旱性分级标准

抗旱级别	抗旱性综合系数	抗旱性评价
1	≥ 70.0	极强
2	55.0~69.9	强
3	35.0~54.9	中等
4	20.0~34.9	弱
5	< 20.0	极弱

4.3.3 种质耐盐性鉴定方法

4.3.3.1 鉴定步骤

耐盐性鉴定采用反复盐渗透胁迫法,具体操作步骤如下:

第一步:鉴定材料准备

将木薯种茎竖插种植在装有石英砂的漏底塑料花盆中,再用塑料盆垫底,防止漏水,共种植 200 株,待植株生长到苗期时取用。其中,每个试验材料分胁迫和非胁迫处理均种植 30 株,3 次重复,分别记为 T_1 、 T_2 、 T_3 和 CK_1 、 CK_2 、 CK_3 。其中盐胁迫时用 600 mmol/L NaCl 溶液作为盐试验胁迫剂,用去离子水作对照组,每次浇灌使用等体积溶液。盐胁迫试验胁迫剂配制参照附录 D。

第二步:实验条件

整个试验过程在防水大棚中进行,适当光照(约 1 000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)。

第三步:第一次盐渗透胁迫—去渗透处理

将培养好的植株移到防水大棚中,用含 600 mmol/L NaCl 的 Hoagland 营养液浇灌,每两天 1 次,每次 100 mL;对照组用 Hoagland 营养液。盐处理 10 d 后立即停止盐害胁迫,用 Hoagland 营养液反复淋洗 20 次,放置大棚中正常生长 5 d 后,根据表 5 调查盐害级别和株数。

第四步:第二次盐渗透胁迫—去渗透处理

用含 600 mmol/L NaCl 的 Hoagland 营养液浇灌处理 7 d 后立即停止盐胁迫,用去离子水反复淋洗 20 次,放置大棚中正常生长 5 d 后,按表 5 给出的盐害级别调查记录相对盐害数,开始整株采样测定植株总生物量。

表 5 植株盐害级别判定

级别	受害情况
1	嫩叶无明显盐害症状
2	1/3 嫩叶叶尖和叶缘呈失水萎蔫状
3	1/2~2/3 嫩叶叶尖和叶缘呈失水萎蔫状,并有焦枯
4	2/3 以上嫩叶叶尖和叶缘焦枯面积达 1/3
5	所有嫩叶叶尖和叶缘焦枯面积达 1/2 以上
6	植株叶全部枯死

调查数据记录方式参见附录 E。

4.3.3.2 结果计算

按式(10)计算耐盐指数:

$$STI = \frac{\sum (M_s \times V)}{H \times N} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- STI(Salinity Tolerance Index)——耐盐指数;
- M_s ——两次调查受害植株总数(株);
- V ——各盐害级数值;
- H ——最高级数(级);
- N ——调查总株数(株)。

计算结果精确到 0.1。

按式(11)计算干物质胁迫指数:

$$DMTI = \frac{W_c - W_t}{W_c} \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- DMTI(Dry Matter Tolerance Index)——干物质胁迫指数;
- W_t ——处理样植株干物质重,单位为千克(kg);
- W_c ——对对照样植株干物质重,单位为千克(kg)。

计算结果精确到 0.1。

按式(13)计算耐盐性综合指数:

根据 NY/T 1320 附录 G 的系数转换方式,把 STI、DMTI 值按隶属函数在[0~1]的区间上进行转换。

$$U(X_s) = \begin{cases} 0 & 0 \leq a_1 < 1 \\ \frac{X_s - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 < X_s < a_2 \\ 4 & 0 < a_2 \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- a_1 —— $\min\{X_s\}$;
- a_2 —— $\max\{X_s\}$;
- X_s ——重复测得的 STI。

计算结果精确到 0.1。

根据式(12)、式(4)得如下:

$$STII = \frac{U(X_s) + U(X_d)}{2} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- STII(Salinity Tolerance Integration Index)——耐盐性综合系数。
- 计算结果精确到 0.1。按表 6 给出的评价标准进行耐盐性评价。

表 6 耐盐性分级标准

耐盐级别	耐盐性综合系数	耐盐性评价
1	≥ 60	极强
2	59.9~50.0	强
3	49.9~40.0	中等
4	39.9~30.0	弱
5	< 30	极弱

附 录 A
(资料性附录)

热带经济作物种质资源质量控制规范——木薯

A.1 植物学性状(略)

A.2 农艺性状

A.2.1 苗期

定植后,随机标记 30 株,定期观察记载出苗情况,以苗高生长到 5 cm 作为出苗的标准。分别记载出苗期和齐苗期。

A.2.1.1 出苗期

定植后,植株高度为 5 cm 达 10% 的日期,以“月日”表示,格式为“MMDD”。

A.2.1.2 齐苗期

定植后,植株高度为 5 cm 达 95% 的日期,以“月日”表示,格式为“MMDD”。

A.2.2 分枝期(略)

A.3 品质性状(略)

A.4 抗逆性状

A.4.1 抗倒性(略)

A.4.2 耐寒性

在日最低温度达到 10℃ 以下,产生低温寒害的年份,于寒害表现稳定后对试验区成年植株进行受害情况调查。根据下列标准进行植株寒害级别记录:

级别	受害情况
1	不受害
2	少数嫩叶受害,嫩茎无受害
3	1/2 以下嫩叶受害,部分嫩茎受害
4	1/2~3/4 嫩叶和嫩茎枯萎,老叶脱落
5	3/4 以上嫩叶和嫩茎枯萎,老叶大量脱落,部分老茎受害
6	整株死亡

附录 B
(资料性附录)
Hoagland 营养液配制

荷格兰氏营养液(Hoagland Solution)配方根据需要可以调整,以配制 1.0 L 荷格兰氏营养液为例,配制该当如下:

B.1 首先按表 B.1 配制大量元素的母液。

表 B.1 大量元素用量

化合物名称	浓度, mol/L	加入毫升数, mL
KH_2PO_4	1	1.0
KNO_3	1	5.0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1	5.0
MgSO_4	1	2.0
Fe-EDTA	1	1.0

B.2 根据按表 B.1 配制的大量元素的母液,加入蒸馏水或去离子水,定容到 1.0 L 备用。

B.3 按表 B.2 配制微量元素的母液。

表 B.2 微量元素用量

化合物名称	加入量, mg
H_3BO_3	2.86
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.02

B.4 根据按表 B.2 配制的微量元素的母液,加入蒸馏水或去离子水,定容到 1.0 L 备用。

附 录 C
(资料性附录)
干旱试验胁迫剂配制

C.1 首先按附录 B 表 B.1、表 B.2 中所列配比,配制好 Hoagland 营养液中大量元素和微量元素的母液。

C.2 按以下方法配制含 30% PEG - 6000 的 Hoagland 营养溶液。

分别根据附录 B 表 B.1、表 B.2 的比例加入大量元素、微量元素,再加入 PEG - 6000 粉末,用去离子水定溶到 1.0 L 备用。

附录 D
(资料性附录)
耐盐试验胁迫剂配制

D.1 首先按表 D.1 配制大量元素的母液,并加入相应的量。

表 D.1 大量元素用量

化合物名称	浓度, mol/L	加入毫升数, mL
KH_2PO_4	1	1.0
KNO_3	1	5.0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1	5.0
MgSO_4	1	2.0
Fe-EDTA	1	1.0
NaCl	1	6.0

D.2 根据按表 D.2 配制的微量元素的母液,并加入相应的量。

表 D.2 微量元素用量

化合物名称	加入量, mg
H_3BO_3	2.86
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.02

D.3 加入蒸馏水或去离子水,定容到 1.0 L。

附录 E
(资料性附录)
植株受害调查记录表

重复	种质编号	N1		
	受害级别	抗逆性			
		冷害株数	旱害株数	盐害株数	
I	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
总生物量, kg	处理				
	对照				
数据统计	受害指数				
	干物质胁迫指数				
	综合系数				
II	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
总生物量, kg	处理				
	对照				
数据统计	受害指数				
	干物质胁迫指数				
	综合系数				
III	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
总生物量, kg	处理				
	对照				
数据统计	受害指数				
	干物质胁迫指数				
	综合系数				