

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CAAMM XXXX—202X/T/NJ XXXX—202X

水培叶菜种苗移植机作业性能评价方法

Performance evaluation method of hydroponic leafy vegetable seedling
transplanter

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
中 国 农 业 机 械 学 会 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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：广东弘科农业机械研究开发有限公司、浙江理工大学、广州实凯机电科技有限公司、华南农业大学、珠海益品农业科技有限公司、河南科技大学、仲恺农业工程学院。

本文件主要起草人：刘霓红、沈林晨、童俊华、辜松、金鑫、马稚昱、杨艳丽、刘国维、李惠玲、牟英辉、夏红梅、徐灿、陈碧娟、初麒、欧娟爱、薛坤鹏、李苇、韦鸿钰、马义东、李贵莲、侯露、辜美章、谢晓玲。

本文件为首次发布。

水培叶菜种苗移植机作业性能评价方法

1 范围

本文件规定了水培叶菜种苗移植机的作业条件、作业质量要求、检测方法和判定规则。

本文件适用于采收设施园艺中生菜、菠菜、油菜等水培叶菜种苗移植机，其他蔬菜种苗移植机可参照使用。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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。

JB/T 10291 旱地栽植机械

NY/T 2119 蔬菜穴盘育苗通则

NY/T 3486 蔬菜移栽机作业质量

T/CAAMM 154-2022 高速栽植机械工况监测系统评价方法

T/CAAMM 155-2022 高速自动移栽机 作业质量

3 术语与定义

JB/T 10291 和 NY/T 3486 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 水培叶菜种苗移植机 hydroponic leafy vegetable seedling transplanter

可满足农艺要求移植水培叶菜种苗的种植机械。

3.2 根系分布率 root distribution rate

穴盘种苗基质块 4 个侧面根系分布面积与侧面总面积比值

3.3 漏栽率 missed planting rate

移植作业后漏栽的株数占穴盘供苗量的百分比。

3.4 种苗（茎叶）损伤率 seedling(stem and leaf) damage rate

移植后种苗（茎叶）损伤的个数占穴盘供苗量的百分比

3.5 未取出苗率 uncollected seedlings rate

未取出种苗数量占穴盘供苗数量的百分比

3.6 掉苗率 seedling drop rate

作业过程中种苗掉落数量占穴盘供苗量的百分比

3.7 基质破损率 matrix damage rate

移植后基质块散落质量大于移植前基质块质量 30% 的种苗数量占穴盘供苗量的百分比

3.8 作业误差率 operation error rate

取苗机构在设定取苗频率下的取苗数量误差。

4 作业条件

4.1 穴盘种苗条件

水培叶菜种苗生长基质含水量适宜，苗高和苗冠直径适宜；种苗盘根性好、不易散坨、不同种苗根系

之间均没有粘连且种苗根系分布率≥80%；育苗方法参照 NY/T 3486。

4.2 种植板条件

种植板一般选用 PVC 或泡沫材质，其截面外围尺寸根据种植需求。栽培槽槽孔直径应比穴盘种苗基质最大直径大 10mm 以上，槽孔深度≥50mm。

4.3 操作人员条件

操作人员应经过相应的技能培训，并按照使用说明书要求配置人员数量。

5 作业质量指标

在以上作业条件下，移植机的作业质量指标应符合表 1 的规定。

表1 作业质量指标

序号	项目名称	质量指标要求	检测方法对应的条款号
1	移植成功率	≥80%	6.2
2	漏栽率	≤5%	6.3
3	种苗（茎叶）损伤率	≤5%	6.4
4	基质破损率	≤5%	6.5
5	未取出苗率	≤2%	6.6
6	掉苗率	≤2%	6.7
7	作业误差率	≤10%	6.8
8	可靠性试验	≥48h	6.9

6 检测方法

6.1 试验条件

检测用仪器、设备需检查校正，计量器具应在规定的有效检定周期内。

6.2 移植成功率

在每个移苗频率下测量 5min，掉苗、未取出苗、基质破损和种苗（茎叶）损伤为移植不合格。每个移苗频率下的移植合格率按式（1）计算：

$$Q = \frac{N - N_1 - N_2 - N_3 - N_4}{N} \times 100\%.....(1)$$

式中：

- Q—— 移植成功率
- N—— 测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；
- N₁——移植后存在茎叶折断、脱落的种苗数量，单位为株；
- N₂——移植后基质块散落质量大于移植前种苗基质块质量 30%的种苗数量，单位为株；
- N₃——移植作业后穴盘中未取出种苗苗数量，单位为株；
- N₄——移植作业过程中掉落的种苗数量，单位为株。

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的移植成功率。

6.3 漏栽率

在每个移苗频率下测量 5min，每个移苗频率下的漏栽率按式（2）计算：

$$B = \frac{N_B}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

B —— 漏栽率

N —— 测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；

N_B ——漏栽株数，单位为株。

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的移植成功率。

6.4 种苗（茎叶）损伤率

在每个移苗频率下测量 5min，每个移苗频率下的种苗（茎叶）损伤率按式（3）计算：

$$C = \frac{N_1}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

式中：

C —— 种苗（茎叶）损伤率

N —— 测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；

N_1 ——移植后存在茎叶折断、脱落的种苗数量，单位为株；

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的种苗（茎叶）损伤率。

6.5 基质破损率

在每个移苗频率下测量 5min，基质块散落质量大于移植前种苗基质块质量 30% 的种苗数量，每个移苗频率下的基质破损率按式（4）计算：

$$D = \frac{N_2}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

式中：

D —— 基质破损率

N —— 测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；

N_2 ——移植后基质块散落质量大于移植前种苗基质块质量 30% 的种苗数量，单位为株；

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的基质破损率。

6.6 未取出苗率

在每个移苗频率下测量 5min，每个移苗频率下的未取出苗率按式（5）计算：

$$E = \frac{N_3}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

式中：

E —— 未取出苗率

N —— 测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；

N_3 ——移植作业后穴盘中未取出种苗的数量，单位为株；

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的未取出苗率。

6.7 掉苗率

在每个移苗频率下测量 5min，每个移苗频率下的未取出苗率按式（6）计算：

$$F = \frac{N_4}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

式中：

F ——掉苗率

N ——测量时间内穴盘供苗数量，单位为株；

N_4 ——移植作业过程中掉的种苗数量，单位为株；

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的掉苗率。

6.8 作业误差率

在每个移苗频率下测量不低于 5min，每个移苗频率下的作业误差率按式（7）计算：

$$G = \left| \frac{n-ft}{f} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中：

G ——作业误差率

n ——测量时间内实际取苗数量，单位为株；

f ——设备标定移苗频率，单位为株每分钟（株/min）；

t ——测量时间，单位为分钟（min）；

对有不同移苗频率的移植机，在每个移苗频率下各测 3 次，取总数算术平均值即为该移苗机的移植成功率。

6.9 可靠性试验

6.9.1 故障按严重程度分为以下四类：

- a) 致命故障：导致设备功能丧失的故障，如电路板烧毁、系统完全失灵。
- b) 严重故障：在正常作业条件下，设备功能出现故障，且在 4 h 以内无法排除。
- c) 一般故障：在正常作业条件下，设备功能出现故障，但在 1 h ~ 4 h 内能排除或修复。
- d) 轻微故障：在正常作业条件下，设备功能出现故障，但在 1 h 内排除故障，可不按故障计。

6.9.2 可靠性评价应符合下列要求：

- a) 试验时监测系统如果发生致命故障，可靠性试验为不合格。
- b) 平均故障间隔时间：

采取定时截尾试验方法，在正常作业条件下（或模拟试验）监测系统的总工作时间不小 100 h，试验期间记录试样的工作情况、故障情况和修复情况等，考核计算试验平均故障间隔时间 t_{MTBF} ，

按式（8）

$$t_{MTBF} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^n t_i \dots \dots \dots (8)$$

式中：

t_{MTBF} ——平均故障间隔时间，单位为小时（h）；

t_i ——单次试验工作时间，单位为小时（h）；

n ——试验总次数，单位为次；

r ——试验期间设备发生的严重故障、一般故障总数，轻微故障不计。

7 判定规则

7.1 检测项目分类

按照检测项目对作业质量的影响程度，分为 A 类和 B 类，检测项目分类见表 2。

表2检测项目分类表

不合格分类		项目名称
类	项	
A	1	移植成功率
	2	漏栽率
B	1	种苗（茎叶）损伤率
	2	基质破损率
	3	未取出苗率
	4	掉苗率
	5	作业误差率
	6	可靠性试验

7.2 判定规则

对所有检测项目进行逐项检测，A 类全部合格，B 类不多于 1 项不合格，则判定水培叶菜移植机作业质量合格。