

ICS 65.020.01

B 15

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T ****.1—****

小麦抗病虫害性评价技术规范

第 1 部分：小麦抗条锈病评价技术规范

Rules for resistance evaluation of wheat to diseases and insect pests

Part 1: Rule for resistance evaluation of wheat to yellow rust (*Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Eriks & Henn.)

20**_**_**发布

20**_**_**实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

GB/T ****-****《小麦抗病虫性评价技术规范》为系列文件。

——第1部分：小麦抗条锈病评价技术规范；

——第2部分：小麦抗叶锈病评价技术规范；

——第3部分：小麦抗秆锈病评价技术规范；

——第4部分：小麦抗赤霉病评价技术规范；

——第5部分：小麦抗纹枯病评价技术规范；

——第6部分：小麦抗黄矮病评价技术规范。

——第7部分：小麦抗蚜虫评价技术规范；

——第8部分：小麦抗吸浆虫评价技术规范。

本文件为 GB/T ****的第1部分。

本文件附录 A 为资料性附录，附录 B 为规范性附录。

本文件由中华人民共和国农业农村部提出。

本文件由全国农业技术推广服务中心归口。

本文件起草单位：中国农业科学院植物保护研究所。

本文件主要起草人：陈万权、刘太国、陈巨莲、徐世昌。

小麦抗病虫害性评价技术规范

第 1 部分：小麦抗条锈病评价技术规范

1 范围

本文件规定了小麦抗条锈病鉴定技术和抗性评价方法。

本文件适用于普通小麦（包括选育品种/系、地方品种、特殊遗传材料、近等基因系、重组自交系、DH 群体）、杂交小麦、转基因小麦、其它栽培小麦种、野生小麦、小麦野生近缘种对小麦条锈病抗性的田间鉴定和评价。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

抗病性 disease resistance

植物体所具有的能够减轻或克服病原物致病作用的可遗传性状。

2.2

慢锈性 slow rusting

在适于病害发生的环境条件下，寄主植物和病原物相互作用表现侵染型为 3 型-4 型的感病反应，但田间病害发展速度相对较慢，终期病情指数低于 25。

2.3

致病性 pathogenicity

病原物所具有的破坏寄主和引起病变的能力。

2.4

人工接种 artificial inoculation

在适宜条件下，通过人工操作将接种体放于植物体感病部位并使之发病的过程。

2.5

病情级别 disease rating scale

植物个体或群体发病程度的数值化描述。

2.6

抗性评价 evaluation of resistance

根据采用的技术标准判别寄主植物对特定病虫害反应程度和抵抗水平的定性描述。

2.7

分离物 isolate

采用人工方法从植物发病部位获得的在特定环境条件下培养的病原物。

2.8

接种体 inoculum

能够侵染寄主并引起病害的病原体。

2.9

生理小种 physiological race

病原菌种、变种或专化型内的分类单位，各生理小种之间形态上无差异、但对具有不同抗病基因的鉴别品种的致病力存在差异。

2.10

鉴别寄主 differential host

用于鉴定和区分特定病原菌生理小种或菌系的一套带有不同抗性基因的寄主品种。

2.11

普遍率 incidence

或称发病率，发病植物体单元数占调查植物体单元总数的百分率，用以表示发病的普遍程度。在本文件中，植物体单元为叶片。

2.12

严重度 severity

发病植物单元上发病面积或体积占该单元总面积或总体积的百分率，亦可用分级法表示，即将发病的严重程度由轻到重划分出几个级别，分别用一些代表值表示，说明病害发生的严重程度。

2.13

病情指数 disease index

是全面考虑发病率与严重度两者的综合指标。当严重度用分级代表值表示时，病情指数计算公式：

$$DI = \frac{\sum_{i=0}^n (X_i \cdot S_i)}{\sum_{i=0}^n (X_i \cdot S_{\max})} \times 100$$

其中， DI 为病情指数， i 为病级数（0~ n ）， X_i 为 i 级的单元数， S_i 为 i 级严重度的代表值， S_{\max} 为严重度最高级值， \sum 为累加符号，从 0 级（无病单位）开始累加。

当严重度用百分率表示时，则用以下公式计算：

$$DI = I \times \bar{S} \times 100$$

其中， I 为普遍率， \bar{S} 为严重度。

2.14

侵染型 infection type

根据小麦过敏性坏死反应有无和其强度划分的病斑类型，用以表示小麦品种抗条锈病程度，按 0、0₊、1、2、3、4 六个类型记载，各类型可附加“+”或“-”号，以表示偏重或偏轻。

2.15

潜育期 latent period

病菌侵染小麦建立寄生关系后到被接种小麦表现症状之前的这一时期称为潜育期。

2.16

小麦条锈病 wheat yellow rust or stripe rust

由小麦条锈病菌 *Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Eriks & Henn 所引起的以叶部产生铁锈状病斑症状的小麦病害。小麦条锈病主要危害叶片，也可危害叶鞘、茎秆和穗部。小麦受害后，叶片表面长出褪绿斑，以后产生黄色粉疱，即病菌夏孢子堆，后期长出黑色疱斑，即病菌冬孢子堆。夏孢子堆鲜黄色，窄长型至长椭圆形，成株期排列成条状与叶脉平行，幼苗期不成行排列，形成以侵染点为中心的多重轮状。冬孢子堆狭长形，埋于表皮下，成条状。

3 病原物接种体制备**3.1 条锈菌接种菌株分离**

采集具有典型条锈病病斑的小麦发病叶片置于铺有滤纸的培养皿中，平展叶片，浸泡 16 h~24h，用刀片刮取发病病斑，将刮下的夏孢子涂抹于感病品种铭贤 169 上，均匀喷雾，置于 9℃~13℃ 的保湿间内黑暗保湿 18 h~24h，15d~17d 后观察发病情况，获得分离物。分离物经形态学鉴定确认为 *Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Eriks et Henn 后，进行单孢纯化，经致病性测定后，扩繁保存备用。

3.2 条锈菌分离菌株的生理小种鉴定

对用于抗性鉴定接种的条锈菌应先进行生理小种鉴定。生理小种鉴定采用一套统一的鉴别寄主（见附录 A），根据条锈菌与鉴别寄主相互作用产生的抗病或感病模式（见表 A.1），确定不同菌株所属的生理小种。

3.3 条锈菌繁殖和保存

3.3.1 育苗

选用直径为 10cm，高度为 10cm 的花盆，装富含有机质的土壤，每盆播种 20 粒~25 粒健康饱满感病品种铭贤 169，覆土 1cm，之后将育苗钵置于盛水的育苗盘内，使水从育苗钵底部缓慢吸收至土体表面完全湿润，移出，置于 15℃~18℃ 温室内培养 6d~8d，待用。

3.3.2 接种和保湿

接种：在操作台（或接种间）内进行。首先用喷雾法净化空气，再用 75% 的乙醇对操作台（接种间）、接种针和手进行消毒。将待接种幼苗放在操作台（接种间）上，在幼苗转移时要套袋或采取其它措施防止空气中的孢子污染；写标签，记录接种日期及接种的菌种编号；用手沾取小麦叶锈菌夏孢子（或者从标样保湿后刮取的少量夏孢子），接种到无菌苗的第一叶片上。

保湿：将接种后幼苗置于接种桶中，用清水喷雾，使叶片表面附着一层均匀的雾滴，密封，在 9℃~13℃ 黑暗条件下保湿 18h~24h。

3.3.3 菌种繁殖

菌种繁殖分为初繁和扩繁。

初繁：条锈菌夏孢子在铭贤 169 上繁殖。待繁菌苗铭贤 169 第一叶片全部展开后，从液氮中取出保存菌种的安瓿瓶，在 40℃~45℃ 温水中活化 5min，之后打开安瓿瓶，置于盛有湿润滤纸的培养皿中，于 8℃~10℃ 黑暗条件下水化 10 h~12h。

初繁采取涂抹法：此法主要用于繁殖少量菌种或接种少量鉴定材料时应用。从安瓿瓶或指形管中取出少许条锈菌夏孢子放在洁净的毛玻璃上，用滴管加入少量水，用接种针将条锈菌夏孢子与水拌匀备用。另外用洁净的手指沾清水或 0.05% 吐温 20（Tween 20）水溶液将麦苗的叶片摩擦数次，去掉叶片表面的蜡质和茸毛，以利于菌液吸附于叶面上。用消毒过的接种针沾上调制好的孢子悬浮液，涂抹于麦叶正面，插标签，记录接种日期及所用菌种。接种后把麦苗随即放入保湿桶中，再用喷雾器喷雾，使麦苗和保湿桶的内壁沾满雾滴，喷雾不能过量。喷雾后，马上盖严塑料薄膜或玻璃，把保湿桶放置在 9℃~13℃ 黑暗条件下保湿 18 h~24h。

在接种不同生理小种时，接种用的一切用具都要先行消毒，防止可能发生的污染。

扩繁：可采用涂抹法、扫抹法、喷（撒）粉法或喷雾法接种。

扫抹法：先将一叶期的铭贤 169 置于接种桶内，用 0.05% 的 Tween20 水溶液叶面喷洒，然后将发病幼苗倒置，使病叶片在接种桶内的无菌苗上扫抹 3 次~5 次，再用 0.05% 的 Tween20 水溶液喷雾，使叶片表面附着一层均匀的雾滴，密封，置于 9℃~13℃ 黑暗条件下保湿 18 h~24h。

喷（撒）粉法：小喷粉器（或用双层纱布封口的玻璃试管）经消毒、干燥后，按 20:1~30:1 的比例均匀混合干燥滑石粉与条锈菌夏孢子粉。接种前，用手沾清水将叶片拂擦数次，以去掉叶片蜡质，用喷雾器在麦苗上均匀喷上雾滴，随即用喷粉器（或用双层纱布封口的玻璃试管）将上述稀释的孢子粉均匀地喷洒（或抖落）到叶片上，再用清水喷雾，随即放入保湿桶中，盖上塑料薄膜，置于 9℃~13℃ 黑暗条件下保湿 18 h~24h。

喷雾法。用小型喷雾器将新制备好的孢子悬浮液（在小烧杯内，加入要接种的条锈菌孢子，先用少量清水湿润，搅成糊状，按照 2g:1000mL 比例加入水，转移至喷雾器内；或按 10mg 夏孢子:1mL 无毒轻量矿物油—Soltrol®170 的比例稀释成夏孢子悬浮液）喷在叶片已去除蜡质的麦苗上，自然干燥 15 min~30min，然后将麦苗放于保湿桶内置于 9℃~13℃ 黑暗条件下保湿 18 h~24h。

喷（撒）粉法及喷雾法适于对大量材料的接种鉴定。

3.3.4 潜育发病

取出接种苗，置于可控温度的温室内培养。保持昼温 15℃~19℃，夜温 10℃~14℃；光照强度：6000 Lux~10000 Lux，光照时间：16h。待叶片显斑时（接种后 7d），剪去心叶，加玻璃罩隔离。接种后约 15d~17d，夏孢子即可成熟，待用。

3.3.5 菌种收集

空气净化和器具消毒操作同 3.3.2，轻取产孢麦苗小心横放，用接种针轻轻抖动其叶片，使菌种散落到玻璃罩内，移去麦苗，再轻敲玻璃罩，将菌种集中，装入指形管。

3.3.6 菌种保藏

根据待用时间的长短，菌种保藏可分短期保藏和长期保藏。

3.3.6.1 短期保藏

当菌种在 5d~6d 内使用时，将装菌种的指形管放入盛有变色硅胶的干燥器内，置于 0℃~5℃ 冰箱中备用。

3.3.6.2 长期保藏

当菌种将在第二年或更长时间使用时则可采用长期保藏。首先将菌种置于盛有变色硅胶的干燥器内，放在 0℃~5℃ 冰箱中干燥 5d，然后移至安瓿管中，抽真空，封管，置于液氮或 -80℃ 冰箱中。

4 田间抗性鉴定

田间抗性鉴定在鉴定圃内进行。

4.1 鉴定圃选址

鉴定圃设置在小麦条锈病适发区，选择具备良好自然发病环境和可控灌溉条件、地势平坦、土壤肥沃的地块。

4.2 感病对照品种和诱发行品种选择

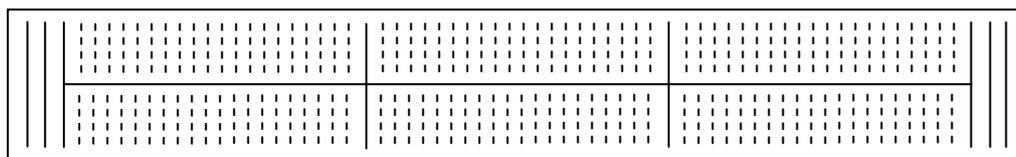
鉴定所用感病对照和诱发行品种均采用铭贤 169。

4.3 鉴定圃田间配置及大田播种

4.3.1 田间配置

鉴定圃采用开畦条播、等行距配置方式。畦埂宽 50cm，畦宽 250cm，畦长视地形、地势而定；距畦埂 125cm 处顺畦种 1 行诱发行，在诱发行两侧 20cm 横向种植鉴定材料，行长 100cm，行距 33cm，

重复 1 次~3 次，顺序排列，编号，鉴定圃四周设 100cm 宽的保护区。



说明：□：矩形框表示畦埂；
——：实线表示诱发行和对照品种；
----：表示鉴定材料

图 1 鉴定圃田间配置示意图

4.3.2 播种

4.3.2.1 播种时间

播种时间与大田生产一致，或适当调整不同材料的播期以使植株接种期和发病期能够与适宜的气候条件（湿度与温度）相遇。冬性材料按当地气候正常秋播，弱冬性材料晚秋播，春性材料顶凌春播。

4.3.2.2 播种方式及播种量

采用人工开沟，条播方式播种。每份材料播种 1 行，每隔 20 份鉴定材料播种 1 行感病对照品种铭贤 169，鉴定材料每行均匀播种 100 粒；诱发行按每 100cm 行长均匀播种 100 粒。

4.4 接种

4.4.1 接种期

小麦条锈病抗性鉴定接种期为小麦拔节初期。选择晴朗无风天的傍晚进行。

4.4.2 接种方法

采用夏孢子悬浮液喷雾法、喷（撒）粉法或注射法接种诱发行，利用诱发行发病后产生的夏孢子再传播侵染鉴定材料。根据鉴定需要选择单小种或混合小种。具体操作是将所选生理小种的夏孢子粉用数滴 0.05% 的 Tween20 水溶液调成糊状，按 2g 孢子:1000mL 水比例稀释成夏孢子悬浮液。诱发行每隔 500cm 设 100cm 长的接种段，用手持式喷雾器将夏孢子悬浮液均匀喷洒在接种段的小麦叶片上，之后速覆盖塑料薄膜，四周用土压严，次日清晨揭去薄膜。

注射法。此法多用于麦苗有一定生长高度的拔节期。接种前，应配制好孢子悬浮液（配制方法同喷雾法），一般在诱发行上每隔 100cm 左右选取 10 个~20 个单茎分别注射接种。其方法是用注射器将孢子悬浮液从小麦心叶与其下的展开叶叶鞘相接处以下约 1cm 处注射，针头易向下倾斜刺入，但不要刺穿，挤压少量悬浮液，以见到心叶处冒出水珠为度。悬浮液必须随用随搅拌或震荡。田间接种注射最好在阴天的傍晚进行。如天气干旱，接种后在接种点上浇水 1 次~2 次，也可以在接种前或接种后适当灌水。

再次接种时，间隔 3d~5d，并选择诱发行不同的接种段接种。

4.5 接种前后田间管理

在接种前 6d~7d 应先进行田间灌溉，或在雨后接种；接种后若遇持续干旱，应及时进行田间浇灌，不施用任何杀菌剂。

4.6 病情调查及记载标准

4.6.1 调查时间

在小麦乳熟期进行病情调查。

4.6.2 调查方法及项目

调查时每份材料随机抽样 20 个~50 个叶片（主要为旗叶），逐叶进行调查记载严重度、侵染型，计算普遍率、平均严重度和病情指数，调查 2 次，间隔 10d。

4.6.3 发病程度记载及标准

4.6.3.1 侵染型记载及标准

病斑侵染型按 0、0₁、1、2、3、4 六个类型划分，其划分标准见 表 1，各类型可附加“+”或“-”号，以表示偏重或偏轻，用以表示小麦品种抗锈程度。每一鉴定材料随机调查 20 片~50 片叶，逐叶调查记载侵染型，当发现同一叶片上出现不同侵染型时，主要侵染型记录在前。

表 1 小麦条锈病侵染型级别及其症状描述

侵染型	症状描述
0	叶上不产生任何可见的症状
0 ₁	叶上产生小型枯死斑，不产生夏孢子堆
1	叶上产生枯死条点或条斑，夏孢子堆很小，数目很少
2	夏孢子堆小到中等大小，较少，其周围叶组织枯死或显著褪绿
3	夏孢子堆较大、较多，其周围叶组织有褪绿现象
4	夏孢子堆大且多，周围不褪绿

注：侵染型级别经常用如下符号进行精细划分，即“-”表示夏孢子堆较其相应正常侵染型的夏孢子堆略小；“+”：表示夏孢子堆较其相应正常侵染型的夏孢子堆略大。

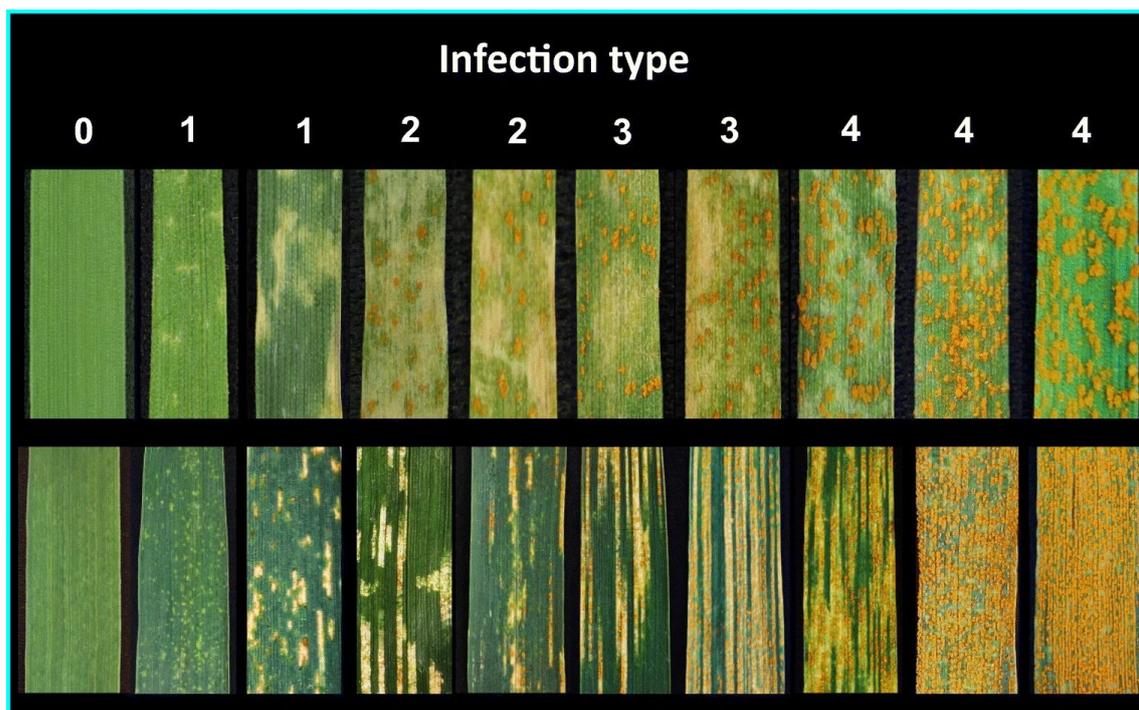


图 小麦条锈病苗期和成株期分级标准图（引自 Chen XM. 2020. Food Security.）

4.6.3.2 严重度记载及标准

严重度用分级法表示，设 0、1%、5%、10%、20%、40%、60%、80%、100% 九级。调查时每份材料随机抽样 20 片~50 片叶，逐叶记载严重度，计算平均严重度。

$$\bar{S}(\%) = \sum_{i=1}^n (X_i \cdot S_i) / \sum_{i=1}^n X_i \times 100\%$$

其中， \bar{S} 为平均严重度， i 为病级数（1~n）， X_i 为病情为 i 级的单元数， S_i 为病情为 i 级的严重度值（如小麦条锈病各级的百分数）。

4.6.3.3 普遍率记载及标准

每一鉴定材料随机调查 20 片~50 片叶，计数发病叶片数，计算普遍率。

$$\text{普遍率}(\%) = (\text{发病叶片数} / \text{调查总叶片数}) \times 100\%$$

4.7 抗性评价

4.7.1 鉴定有效性判别

当鉴定圃中的感病或高感对照品种发病严重度达到 60% 以上，该批次抗条锈病鉴定视为有效。

4.7.2 重复鉴定

初次鉴定中表现为高抗、中抗的材料，次年需用相同的病原菌进行重复鉴定。

4.7.3 抗性评价标准

依据鉴定材料发病程度（病情指数和侵染型）确定其对条锈病的抗性水平，其评价标准见表 2。如果两年鉴定结果不一致，以抗性弱的发病程度为准。若一个鉴定群体中出现明显的抗、感类型差异，应在调查表中注明“抗性分离”，其比例以“/”隔开。

表 2 小麦对条锈病抗性评价标准

侵染型	病情指数	抗性评价
0	—	免疫 Immune (I)
0;	—	近免疫 Nearly immune (NIM)
1	—	高抗 Highly Resistant (HR)
2	—	中抗 Moderately resistant (MR)
3~4	≤25	慢锈 Slow rusting (SR)
3	>25	中感 Moderately susceptible (MS)
4	>25	高感 Highly Susceptible (HS)

5 鉴定记载表格

小麦抗条锈病鉴定原始记录及结果记载表格见附录 B。

附录 A

(资料性附录)

小麦条锈病原菌和生理小种

A.1 学名和形态描述

条形柄锈菌小麦专化型 *Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Eriks & Henn.

属真菌界 (Fungi)、担子菌门 (Basidiomycota)、柄锈菌亚门 Pucciniomycotina、柄锈菌纲 Pucciniomycetes、柄锈菌目 Pucciniales、柄锈菌科 (Puccinaceae)、柄锈菌属 (*Puccinia*)。菌丝丝状, 有分隔, 生长在寄主细胞间, 用吸器进入小麦细胞吸取养料, 在病部产生孢子堆。夏孢子单胞球形, 鲜黄色, 表面有细刺, 大小 (32~40) μm \times (22~29) μm , 有发芽孔 6~12 个。冬孢子双胞, 棍棒形, 顶部扁平或斜切, 分隔处略缢缩, 大小 (36~68) μm \times (12~20) μm , 柄短。该菌致病性有生理分化现象, 我国已定名 34 个生理小种, 分别为条中 1 号~34 号, 条锈菌生理小种很易发生变异, 1950 年以后已出现过多次优势小种的改变。

A.2 生理小种鉴定方法

A.2.1 采用的鉴别寄主

生理小种鉴别寄主采用 Trigo Eureka., Fulhard, 保春 128 (Lutescens 128), 南大 2419 (Mentana), 维尔 (Virgilio), 阿勃 (Abbondanza), 早洋 (Early Premium), 阿夫 (Funo), 丹麦 1 号 (Danish 1), 尤皮 2 号 (Jubilejina 2), 丰产 3 号 (Fengchan 3), 洛夫林 13 (Lovrin13), 抗引 655 (Kangyin 655), 水源 11 (Shuiyuan 11), 中四 (Zhong 4), 洛夫林 10 (Lovrin10), Hybrid46, *Triticum spelta* album 和 贵农 22 (Guinong 22) 共 19 个小麦品种。

A.2.2 条锈菌生理小种编码规则与命名

中国小麦条锈菌生理小种和致病类型及其在鉴别寄主上的反应见表 A.1。

附录 B
(规范性附录)

表 B ____年小麦品种(系)抗条锈病鉴定原始记录及结果记载表

编号	品种名称	来源	病情级别													病情指数	鉴定结果				
			侵染型	严重度 (%)										普遍率 (%)							
				0	1	5	10	20	40	60	80	100	平均	调查发病叶片数	调查总叶片数			平均			

注 1: 鉴定地点_____ 地势_____

注 2: 接种病原菌分离物编号_____ 生理小种类型_____

注 3: 接种日期_____ 调查日期_____

注 4: 播种日期_____

注 5: 海拔高度_____m 经度_____ 纬度_____

鉴定技术负责人(签字):