

青稞黑穗病的发病规律与综合防治方法研究

次仁久杰

日喀则市桑珠孜区边雄乡人民政府农牧综合服务中心 西藏自治区 日喀则市桑珠孜区 857000

摘要：青稞作为我国青藏高原地区的核心粮食作物，其产量与品质直接关系到当地的粮食安全和农牧民经济收入。青稞黑穗病是制约青稞产业发展的重要真菌性病害，主要包括散黑穗病和坚黑穗病两种类型，具有隐蔽性强、传播途径广、危害程度大的特点。本文通过对青稞黑穗病的病原特征、发病症状、传播机制及影响因素进行系统分析，结合现有研究成果和生产实践，从农业防治、化学防治、生物防治及智能监测等多个维度提出综合防治策略。

关键词：青稞黑穗病；发病规律；传播途径；综合防治；粮食安全

引言：

青稞是大麦属的一种禾本科作物，主要分布在我国西藏、青海、四川甘孜和阿坝、云南迪庆等青藏高原地区，是当地农牧民的主食和重要的经济作物。近年来，随着青稞种植规模化程度的提升和种植结构的调整，青稞病害的发生频率和危害程度呈上升趋势，其中青稞黑穗病作为典型的系统性真菌病害，已成为青稞主产区的常发性病害。

一、青稞黑穗病的病原类型与发病症状

（一）病原类型

青稞黑穗病的病原菌主要为担子菌亚门黑粉菌属真菌，根据病害表现和病原种类可分为散黑穗病和坚黑穗病两大类，其病原特征存在明显差异。

（1）散黑穗病：病原为裸黑粉菌（*Ustilago nuda*），其冬孢子呈圆形或椭圆形，直径6-9 μm，表面光滑，颜色为深褐色，半边颜色略浅。该病菌无明显生理小种分化，冬孢子在自然条件下可存活1-2年，在52℃湿热环境中处理15分钟即可完全失活，最适萌发温度为20-25℃。

（2）坚黑穗病：病原为大麦坚黑粉菌（*Ustilago hordei*），冬孢子同样为圆形或椭圆形，直径5-9 μm，表面光滑无刺，存在c-1至c-5五个生理小种，其中c-1和c-2小种在我国青稞主产区分布最广。该病菌的冬孢子存活能力更强，在土壤和粪肥中可存活3-5年，其最适萌发温度为18-22℃，对低温和干旱环境具有较强耐受性。

（二）发病症状

青稞黑穗病的症状具有典型的器官特异性，主要危害穗部，且不同类型病害的症状表现差异显著。

（1）散黑穗病症状：该病具有极强的隐蔽性，在青稞抽穗前无明显外部症状，病菌菌丝已在穗部组织内完成侵染和繁殖。抽穗后，病穗的小花和籽粒会全部转化为黑粉

（冬孢子堆），仅残留裸露的穗轴。

（2）坚黑穗病症状：感染坚黑穗病的青稞植株会出现明显的生长异常，表现为植株矮小、抽穗时间比健康植株晚7-10天，且病穗常被旗叶或叶鞘包裹，无法完全抽出。病穗的籽粒和颖壳会被银灰色半透明薄膜包裹的黑粉堆替代，初期为青灰色，成熟后转为深黑色，且黑粉堆质地坚硬，不易破裂，与散黑穗病的易飘散特性形成鲜明对比。病株基本无结实能力，会导致田间有效穗数显著减少。

二、青稞黑穗病的发病规律

（一）侵染循环

青稞黑穗病的侵染循环具有典型的单年流行、系统侵染特征，其核心侵染阶段为苗期，且每年仅侵染一次，具体循环过程如下：

（1）越冬阶段：病菌主要以冬孢子的形式越冬，散黑穗病的冬孢子主要附着在种子表面，而坚黑穗病的冬孢子除种子带菌外，还可在土壤和未腐熟的粪肥中越冬。冬孢子在低温、干燥环境下可保持活性，成为次年病害发生的初侵染源。

（2）苗期侵染：青稞播种后，随着种子萌发，越冬的冬孢子也开始萌发并产生菌丝。菌丝会从青稞幼芽鞘侵入，随幼苗生长逐渐向上扩展，侵入植株的生长点和茎秆组织，此阶段为病害的唯一侵染期，一旦错过则无法再侵染。

(3) 系统扩展：病菌菌丝在青稞体内呈系统性分布，会随植株的生长不断向穗部转移，在抽穗前的营养生长阶段，病菌处于潜伏状态，不表现出任何症状，导致种植户难以早期识别。

(4) 繁殖与再传播：青稞进入生殖生长阶段后，病菌菌丝会迅速侵染花器和籽粒，将其转化为冬孢子堆。抽穗后，散黑穗病的冬孢子随风飘散，污染健康种子和田间环境；坚黑穗病的冬孢子则随病穗残体落入土壤，或通过收获、脱粒环节附着在种子表面，完成侵染循环的闭环。

(二) 传播途径

青稞黑穗病的传播途径多样，主要包括种子传播、土壤传播和粪肥传播三类，其中种子传播是最主要的传播方式。

(1) 种子传播：青稞收获和脱粒过程中，病穗上的冬孢子会大量黏附在健康种子表面，成为远距离传播的主要载体。带菌种子被播种后，冬孢子随种子萌发侵染幼苗，是病害跨区域传播的核心途径。

(2) 土壤传播：坚黑穗病的冬孢子可在土壤中存活多年，若田间病残体未及时清理，或在重病田连作青稞，土壤中的冬孢子会随幼苗萌发完成侵染。

(3) 粪肥传播：青稞病残体常被用作家畜饲料，而冬孢子可在牲畜消化道内保持活性，随粪便排出后，若粪肥未经过充分腐熟直接还田，会导致土壤带菌，成为病害传播的重要途径。

(三) 影响发病的关键因素

青稞黑穗病的发生和流行受气候条件、种植管理和品种抗性等多种因素影响，其中温度、湿度和种植模式是核心驱动因素。

(1) 气候因素

1.1 温度：病菌冬孢子的萌发和菌丝侵入对温度具有严格要求，15-30℃为适宜侵染温度，25℃左右为最适温度。当播种后地温持续在20-25℃时，冬孢子萌发率可达80%以上，侵染成功率显著提升；若地温低于15℃或高于30℃，病菌活性会受到抑制，发病率明显下降。

1.2 湿度：空气相对湿度高于80%时，有利于冬孢子的萌发和菌丝扩展，尤其是春季播种后出现连续阴雨天气，会大幅提高病害发生概率。此外，土壤含水量在15%-20%时，幼苗的幼芽鞘角质层较薄，更易被病菌侵染，而土壤干旱或积水会降低侵染效率。

(2) 种植管理因素

2.1 连作种植：长期连作会导致土壤中病菌孢子大量累积，使病害逐年加重。西藏某产区的监测数据显示，连作3

年的青稞田，黑穗病发病率从初始的3%上升至12%，而轮作地块的发病率可控制在3%以下。

2.2 种子处理：未进行药剂拌种的种子带菌率较高，是病害发生的重要诱因。部分种植户因缺乏防治意识，直接播种未处理的自留种，导致田间发病率比药剂拌种地块高10-15倍。

2.3 田间卫生：病穗和病残体未及时清理会增加田间菌源量，若收获后将病穗随意丢弃在田间，次年土壤带菌量会增加20%以上，为病害流行提供充足的初侵染源。

(3) 品种抗性因素

不同青稞品种对黑穗病的抗性差异显著，目前推广的常规品种中，约30%具有中等以上抗性，而地方老品种的抗性普遍较弱。抗性品种可通过抑制病菌菌丝的扩展和繁殖，降低病穗率，部分高抗品种的病穗率可控制在1%以下，而感病品种的病穗率可达20%以上。

四、青稞黑穗病的综合防治方法

针对青稞黑穗病的发病规律和传播特点，应遵循“预防为主、综合防治”的植保方针，构建以农业防治为基础、化学防治为核心、生物防治为补充、智能监测为支撑的综合防治体系。

(一) 农业防治

农业防治是青稞黑穗病防控的基础措施，通过优化种植管理，切断病害传播途径，降低田间菌源量，具体措施如下：

(1) 选用抗病品种：选择经当地农业部门审定的抗病品种是最经济有效的防治手段。西藏主产区可推广藏青2000、喜玛拉19号等抗病品种，青海产区可选用昆仑14号、柴青1号等品种，这些品种对散黑穗病和坚黑穗病的病穗率控制在3%以内，且兼具高产和优质特性。同时，应建立良种繁育基地，实现种子的统一繁育、统一检测和统一供应，杜绝带菌种子流入田间。

(2) 严格种子精选：播种前需对种子进行机械精选和人工筛选，剔除瘪粒、病粒和破损粒，确保种子纯度不低于95%、净度不低于96%、发芽率不低于85%。精选后的种子需在阳光下晾晒1-2天，通过紫外线杀灭种子表面的部分病菌，降低初始带菌量。

(3) 合理轮作倒茬：在重病田实行3-5年的轮作制度，可与豆科作物（如豌豆、蚕豆）、薯类作物（如马铃薯）等非寄主作物轮作，破坏病菌的侵染循环，降低土壤中的菌源累积。西藏浪卡子县的实践数据显示，实行3年轮作后，青稞黑穗病的发病率从10%降至3%以下，防治效果显著。

(4) 加强田间卫生：青稞抽穗后，一旦发现病穗需及时人工拔除，并带出田间集中焚烧或深埋，避免冬孢子飘散和污染。收获后需彻底清理田间的病残体，减少土壤和环境中的菌源量。

(5) 科学肥水管理：合理施用有机肥和氮磷钾复合肥，避免偏施氮肥导致植株徒长、抗病性下降。基肥以腐熟的农家肥为主，每亩施用量为2000-3000kg；追肥需在拔节期和孕穗期分次施用，提高植株的抗病能力。

(二) 化学防治

化学防治是青稞黑穗病防控的核心措施，主要通过种子处理和土壤处理实现病害的精准防控，具有见效快、防效高的特点^[1]。

(1) 种子药剂处理

1. 拌种处理：播种前可选用2%戊唑醇悬浮种衣剂，按100-150毫升/100千克种子的用量进行拌种；也可选用15%三唑酮可湿性粉剂，按200克/100千克种子的用量拌种，拌种后需晾干再播种，防效可达85%-95%。此外，还可使用15%粉锈宁可湿性粉剂，按种子重量0.2%-0.3%的比例拌种，该方法在西藏主产区的应用普及率较高，能有效控制种子带菌引发的病害。

2. 浸种处理：对于无种衣剂的地块，可采用1%石灰水浸种，将种子按1:10的比例浸入石灰水中，浸泡7天（期间不搅拌），利用石灰水的强碱性杀灭种子表面的冬孢子，浸种后需用清水冲洗干净再播种，防效可达70%-80%。

(2) 土壤药剂处理

对于土壤带菌严重的重病田，播种前可进行土壤消毒处理。每亩可选用50%多菌灵可湿性粉剂2-3千克，或70%甲基托布津可湿性粉剂1-1.5千克，与细干土混合均匀后撒入田间，随后进行深翻耙地，使药剂与土壤充分接触，杀灭土壤中的越冬孢子，降低苗期感染风险。

(三) 生物防治

生物防治是绿色农业发展背景下的新型防治手段，具有环保、无残留的优势，可作为化学防治的补充措施。目前应用较多的生防菌剂包括芽孢杆菌（如枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌）和木霉菌等，其作用机制为通过竞争生态位、分

泌抗菌物质抑制病菌孢子的萌发和菌丝的生长^[2]。

播种前，可将生防菌剂与种子混合拌种，或与有机肥混合作为基肥施用，每亩用量为1-2kg，可使青稞黑穗病的发病率降低15%-25%。

(四) 智能监测与预警

随着农业信息化技术的发展，遥感监测技术已成为青稞黑穗病精准防控的重要支撑，可实现病害的早期识别和动态监测。

(1) 近地高光谱监测：利用近地高光谱平台获取青稞冠层的光谱信息，通过分析健康植株与病株的光谱反射差异，结合机器学习算法构建病害识别模型，可在病害显症前1-2周实现早期预警，识别准确率可达90%以上。

(2) 航空遥感监测：通过无人机搭载高光谱相机或多光谱相机，对青稞田进行大面积扫描，结合地理信息系统（GIS）技术，可实现病害分布和严重程度的空间可视化，为精准施药提供依据，减少农药的盲目施用。

(3) 卫星遥感监测：利用卫星搭载的多光谱传感器，实现青稞种植区域的大范围、周期性监测，通过长时间序列的遥感数据，分析病害的时空变化规律，为区域性病害防治策略的制定提供科学支持^[3]。

三、结论与展望

青稞黑穗病作为青藏高原地区青稞产业的主要病害，其发病规律具有典型的系统性和隐蔽性，种子带菌和苗期侵染是病害发生的核心环节，而温度、湿度和种植管理是影响病害流行的关键因素。目前，通过农业防治、化学防治和生物防治相结合的综合措施，可实现对病害的有效防控，其中抗病品种的选用和种子药剂处理是最核心的防控手段。

随着农业科技的不断进步，智能监测技术在青稞黑穗病防控中的应用将逐步扩大，可实现病害的早期预警和精准施策，降低防治成本和环境风险。未来，需进一步加强青稞抗病品种的选育，开发高效低毒的生物农药，构建“品种抗性+绿色防控+智能监测”的全链条防控体系，为青稞产业的高质量发展提供保障。同时，应加强农牧民的技术培训，提高其病害识别和防治能力，推动综合防治技术的落地应用，实现青稞产量和品质的协同提升。

参考文献：

[1]刘夏俊.大麦坚黑穗病[J].农技服务,2025.

[2]农技学堂.青稞主要病虫害发病规律及其防治方法[J].惠农网,2021.

[3]李玉林.青稞高产栽培技术[J].农技推广,2024.