

# 玉米粘虫病（秋粘虫/行军虫）

## 1. 病害基本信息

玉米粘虫即草地贪夜蛾（学名 *Spodoptera frugiperda*），属于鳞翅目夜蛾科灰翅夜蛾属，因成虫产卵于玉米叶背面形成粘性卵块而得名，也称秋行军虫。它是全球迁飞能力极强、取食范围极广的重大害虫<sup>1 2</sup>。原产于美洲热带亚热带地区，2016年通过船舶或航空进入非洲后迅速蔓延至亚洲多个国家<sup>3 2</sup>。该虫寄主广泛，可侵染包括玉米、水稻、高粱、棉花、甘蔗、豆类、茄果、十字花科等在内的353种以上植物<sup>2 4</sup>，其中最易危害玉米。其学名中“*frugiperda*”意为“水果毁灭者”，充分说明其对作物的危害性<sup>3</sup>。就分类地位而言，草地贪夜蛾是夜蛾科灰翅夜蛾属的物种，全球公认为世界性农业重大害虫<sup>1 2</sup>。

## 2. 发病规律与侵染机制

秋粘虫经过卵、幼虫、蛹、成虫四个发育阶段完成一个世代，在适宜温度下（25–28℃）一个世代约需30天<sup>5</sup><sup>6</sup>。雌蛾在羽化后4–5天开始产卵，一生可产卵1000粒以上<sup>5 6</sup>。卵常附着在幼嫩叶片背面形成卵块，每块约100–200粒，孵化后幼虫先在心叶内潜食，以3龄幼虫以后开始钻食叶鞘及雄穗或幼嫩雌穗<sup>7 6</sup>。幼虫有6龄，末龄体长可达40–45毫米，体色多变，末端腹节背面有4个黑色方形斑点，头部具有特征性的倒“Y”形黑纹，便于鉴别<sup>7 8</sup>。成虫展翅约35–40毫米，前翅灰褐色，后翅白色，具环形纹和肾形纹。该虫在温暖地区可以多代繁殖，在我国东北及西北地区一年发生1–2代，华北平原2–4代，长江流域4–5代，华南可达5–7代，越冬方式为老熟幼虫在冬季较温暖的寄主残体或地下蛹化越冬<sup>5 9</sup>。成虫具有极强的迁飞能力，每晚可借助风力飞行近100公里<sup>6</sup>，并通过风传播或人类货物运输被动扩散，使得该虫能迅速跨区蔓延。

## 3. 症状与鉴别诊断

秋粘虫幼虫对玉米的危害主要表现为叶片缺损和芽心破坏。低龄幼虫取食叶片形成半透明的“天窗”状伤孔，高龄幼虫可在叶片上啃出不规则长孔，严重时可将整株叶片吃光<sup>7</sup>。如图所示，田间被害的叶片上常出现大小不一的排孔和天窗<sup>10</sup>，叶片皱缩、发黄，穗部和叶鞘亦可受到侵害。幼虫或蛀食心叶后造成生长点损坏，出现“枯心苗”（幼苗顶端坏死）现象<sup>7</sup>。成年玉米的茎秆一般不被钻蛀，故典型症状以叶片为主。在叶片取食症状中，也要与玉米螟等其他害虫区分：相比之下，玉米螟幼虫多蛀入茎秆和穗颈，而秋粘虫幼虫主要在叶鞘和心叶觅食。<sup>7 10</sup>此外，可通过观察幼虫特征进行鉴定：秋粘虫末龄幼虫末端背面有四个黑色斑点，头部有倒“Y”形条纹，这是其典型鉴别标志<sup>7 8</sup>。

## 4. 环境与农艺诱因

秋粘虫适应温湿度范围较广，最适生长温度约为11–30℃<sup>5</sup>。在热带亚热带地区由于无寒冷冬季，该虫可一年多代发生<sup>11</sup>。在我国南方和云南等地，气温较高，无明显越冬期，种植期内多代累加使防治难度加大<sup>11</sup>。在北方地区，秋粘虫不能越冬，依赖春季自南方迁飞入侵，每年要进行快速监测和防范。高温多雨的湿润环境有利于其繁殖和存活，温度25–26℃、相对湿度约90%时雌蛾产卵和幼虫孵化存活率最高<sup>12</sup>。农艺上，连作单一玉米田块更易发生；晚播玉米往往更加易受侵染，因此耽误适期播种会增加患病风险<sup>13</sup>。作物品种生长势强旺、叶色深绿的玉米株也更容易招引秋粘虫取食<sup>1</sup>。在高密度栽培条件下，植物间竞争弱、叶鞘紧密叠压亦为害虫提供了良好的取食场所。其他诱因还包括温室条件、高氮肥施用等可以促进作物丰产但也易引发虫害增重的农业生产方式。

## 5. 防治技术

防治秋粘虫需要综合应用农业、抗性、生物和化学措施。农业防控方面，应加强田间卫生治理：秋季收获后清除田间残株，对杂草和玉米轮作（如种植豆类、瓜菜或高粱）可打破虫源循环；冬春季节对越冬寄主进行深耕或焚毁，减少越冬基数<sup>14</sup>。玉米宜早播，避免晚播，适时追肥、适度密植以降低诱虫风险。<sup>13</sup>特别是在非感染区开展区域性预警与联防联控。生物防治方面，可利用天敌和微生物制剂：常用的赤眼蜂、赤眼蝇等寄生蜂可寄生卵或幼虫，释放至田间可抑制害虫密度；同时可投放干扰素引诱法捕杀雄虫。在中国东北和黄淮等地，广泛推广使用白僵菌等微生物杀虫剂处理玉米秸秆和土壤，利用其高致死力控制幼虫。<sup>14</sup><sup>15</sup>此外，施用苏云金杆菌（Bt）制剂、苏云金芽孢杆菌等土壤或叶面生物农药以及茶树油、苦楝等天然植物源农药，可对低龄幼虫产生毒杀作用<sup>16</sup><sup>15</sup>。抗性品种方面，国外已广泛种植转基因抗虫玉米（如表达Cry1Ab、Cry1F和Vip3A蛋白的玉米品系），对稻纵卷叶螟类有较好控制效果。最新研究表明，苏云金杆菌产生的Vip3A蛋白在美国、巴西、阿根廷等国家的玉米和棉花中已大面积商业化种植，对多个鳞翅目害虫具有强杀虫力<sup>17</sup>。中国科研团队在2019–2023年间成功鉴定了草地贪夜蛾针对Vip3Aa蛋白的关键抗性基因（名为Sfmyb），揭示了昆虫抗性机制，为培育新型抗虫品系提供了分子基础<sup>18</sup>。在我国，也在积极选育含有天然抗性基因的玉米品系。化学防控仍是田间快速降低虫口的手段。当幼虫密度达到或超过防治临界值时，应及时施药，一般首选低毒高效的杀虫剂。针对先隐蔽后外露的习性，常用杀虫剂包括氯虫苯甲酰胺（氯虫苯）、乙基多杀菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、氟啶虫胺和毒死蜱等，对3龄以下幼虫效果好<sup>16</sup>。施药宜在清晨或傍晚低温时进行，重点喷洒玉米心叶、雌穗、雄穗等取食部位，保证药液渗透到心叶深处<sup>16</sup><sup>13</sup>。多重防治措施结合使用、科学轮换药剂可以减缓抗性产生，实现绿色防控。

## 6. 最新研究进展

近年来国内外对玉米粘虫的研究聚焦于其抗性机制、基因组解析和精准防控技术。中国科学院基因组所团队在2023年发表于《美国科学院院刊》的一项研究首次定位了草地贪夜蛾针对新型Bt毒素Vip3Aa的抗性基因——一个名为Sfmyb的MYB转录因子基因<sup>18</sup>。该研究发现此基因的启动子缺失会显著下调基因表达，从而介导对Vip3Aa的抗性，为深入理解抗性的分子机制提供了突破。此后，该团队进一步利用基因编辑技术研究该基因的功能，有望为抗虫新品系的分子设计提供新思路。在基因组学方面，中国农业科学院和国外合作也取得进展。2024年，国内科研团队公布了亚洲玉米螟（作为近缘种）全基因组测序及分析结果，揭示了与不同地理气候适应相关的调控变异及适应性遗传背景<sup>19</sup>。这类研究为预测害虫迁飞规律和制定区域性防控策略提供了基因组学支持。生态智能领域，中国研究者开发了新型监测预警系统，例如使用高分辨率气象遥感数据结合模型预测虫情，以及研制自动诱捕器和无人机巡查平台，将虫情监测与精准施控结合起来<sup>20</sup><sup>21</sup>。国际上，FAO等组织也持续推动技术创新与合作。粮农组织在FAW监控方面推出了FAMEWS移动应用和全球平台<sup>21</sup>，农民可通过手机实时上报田间虫情，并查看全球及区域的病虫地图。中国农业科学院植保所总结的五年防控经验强调科学预判与早期监测<sup>20</sup><sup>22</sup>，如利用昆虫雷达群监测迁飞、分析风场和气象进行入侵路径预测。这些成果为今后采用大数据、人工智能和物联网等技术手段开展精准农业提供了示范。

## 7. 案例分析与流行风险

草地贪夜蛾具有全球范围内的暴发风险：自2016年入侵尼日利亚以来，它已迅速扩散至撒哈拉以南非洲40多个国家，造成严重粮食减产<sup>23</sup><sup>24</sup>。粮农组织估计，如果不加有效控制，秋粘虫可能危及3亿多非洲人民的食物安全，玉米产量可损失数十亿美元<sup>24</sup>。在中国，2018年底云南首次监测到入侵成虫，2019年开始在全国蔓延。截至2020年，报道受害农田面积超过100万公顷，主要集中在西南、华南和长江流域<sup>25</sup>。2020年8月，路透社报道首次在中国东北玉米主产区（辽宁省）发现秋粘虫，受台风“天鸽”影响其北迁速度加快<sup>26</sup>。同年秋季统计显示，全国共监测到秋粘虫发生面积近1600万亩，辽宁等东北地区成为重点防范区域<sup>27</sup>。面对如此形势，中国政府特别警示东北玉米带风险极高。北美玉米带地区历史上也有类似的玉米害虫暴发案例。美国玉米带长期种植转基因抗虫玉米和轮作措施使之为草地贪夜蛾保持较好防御，但气候变化可能改变害虫分布和代数。撒哈拉以南非洲地区的玉米主产区（如尼日利亚、埃塞俄比亚）已经历了多次秋粘虫暴发，常导致局部玉米减产50%以上，严重时出现绝收<sup>23</sup><sup>24</sup>。这些典型案例表明，一旦进入适宜区域，秋粘虫会迅速成灾，需加强跨区域监测预警和区域联防。

## 管理建议与前沿方向

综合国际经验，玉米粘虫防控需坚持“预防为主、综合防治”的原则。首先应加强跨区域协作，建立区域性病虫监测网络和信息共享平台，提前发布预警。例如，中国科研团队利用全球风场分析科学预判草地贪夜蛾入侵路径，成功在2018年底预测并监测到云南的首例入侵<sup>22</sup>。政府层面要制定并落实严格的检疫措施、奖励推广抗虫品种，并组织农民开展培训和田间学校，提高快速响应能力。技术层面，要积极采用精准农业手段：推广使用农业物联网和遥感技术监测田间虫情，利用无人机和自动化喷杆设备实现定点精准喷药<sup>28</sup>。推广FAO FAMEWS等手机应用，让农民能够实时上报田间发现虫情并获取指导<sup>21</sup>。在品种改良方面，加快培育多基因复合抗虫玉米（包括基因编辑技术引入的抗性位点），并探索RNA干扰等新型生物农药研发。环境友好型措施依然是未来主流：提高天敌生物防治技术（如人工增殖赤眼蜂释放）、推广拮抗微生物制剂和诱捕灯技术，以及实施种植结构调整（如轮作、套种等）都应被纳入系统方案。最后，需要政策支持和专业统防统治机制：鼓励专业植保组织或合作社统一组织防治行动，使用无人机、自走式喷雾机等现代化装备，确保药剂均匀覆盖并减少农药使用量<sup>28</sup>。通过这些国际化、智能化和绿色化的前沿措施，可构建起防御玉米粘虫入侵和蔓延的坚固屏障。

## 玉米螟（钻心虫）

### 1. 病害基本信息

玉米螟主要指亚洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)，俗称钻心虫，是华北、华东、华南等地区玉米上的优势害虫，欧洲玉米螟 (*Ostrinia nubilalis*) 在中国主要分布于新疆伊宁县等少数地区<sup>29</sup>。亚洲玉米螟属于鳞翅目螟蛾科，是世界性的玉米害虫，对玉米等多种粮食作物有显著危害<sup>29</sup><sup>19</sup>。其寄主包括玉米、高粱、谷子、棉花、麻类、豆类、茄果等数十种作物<sup>30</sup>，其中玉米为首要寄主。根据最新研究，全世界主要玉米产区的亚洲玉米螟主要分布在东亚、南亚和大洋洲地区，并且通常可造成玉米产量10%–15%的损失，严重地区甚至达30%–50%<sup>19</sup>。就分类地位而言，玉米螟属于鳞翅目螟蛾科芋螟亚科，其生命周期和危害模式类似其它茎秆钻蛀性害虫，但对玉米的总体损失具有重大农业意义。

### 2. 发病规律与侵染机制

亚洲玉米螟成虫昼伏夜出，雌蛾多在夜间于高粱或玉米植株下部产卵，每块产卵20–60粒，卵呈鱼鳞状紧密排列，雌蛾一生可产卵400–500粒<sup>31</sup>。卵期约3–5天，孵化出的幼虫经历5龄发育，总持续17–24天，然后在植株被害部位或田间残株化蛹<sup>31</sup>。华北地区通常在5–6月出现越冬代蛹羽化，一代成虫此时产卵于禾本科幼苗叶片上。幼虫1–3龄主要潜藏在心叶鞘内取食，形成典型的排孔和叶面“天窗”；3龄以后幼虫开始蛀入茎秆或穗颈危害<sup>10</sup><sup>31</sup>。在我国东北及西北一代发育1–2代，华北平原2–4代，长江中下游4–5代，广东等地可达5–7代<sup>9</sup>。成虫迁飞能力有限，主要通过成虫平飞和当地扩散传播。总体而言，玉米螟更耐寒湿，在多代区域夏季温度25–26℃、湿度约90%时危害最重<sup>12</sup>。暴雨天气可冲刷或淋湿幼虫，但玉米螟在温暖湿润环境中全年多个世代累加，易形成连续危害。

### 3. 症状与鉴别诊断

亚洲玉米螟幼虫以钻蛀玉米茎秆和食用穗为害，其伤害症状具有典型特征。在低龄期，幼虫主要潜入心叶或叶鞘内取食，造成叶片透明的“排孔”或“天窗”状孔洞<sup>10</sup>；高龄幼虫则蛀入茎秆和穗颈，沿茎心蛀行形成贯穿孔道，受到蛀害的植株常表现营养和水分输送受阻，穗子不饱满且易倒伏<sup>10</sup>。见下图所示，玉米螟所致叶片损伤呈规整的排孔和天窗状（左），茎秆内部则出现明显的蛀道（右）<sup>10</sup>。被害玉米植株的穗颈部位容易折断，整株生长势衰弱，穗粒干瘪；此外玉米螟蛀害常继发纹枯病、茎腐病等病害进一步加重产量损失。

鉴别上，亚洲玉米螟与欧洲玉米螟外观极为相似，一般难以通过成虫外观区分<sup>32</sup>；但不同于以蛀茎为主的钻心虫类害虫，亚洲玉米螟幼虫早期多潜藏在叶鞘及穗部取食而非外部取食，这一点可与叶片饲夜蛾等叶片害虫

区别。卵块堆积方式、成虫出蛾习性及其寄主差异也可帮助鉴别。观察幼虫形态时，可见其末龄幼虫背面黑色纵纹较为明显，体色呈灰色或红棕色<sup>33</sup>。在田间，如果叶片出现从下部向上扩展的规律性孔洞并伴有茎秆内部通道，就应考虑玉米螟为主要害虫之一<sup>10</sup>。

## 4. 环境与农艺诱因

玉米螟喜欢温暖湿润的环境。温度在25–26°C、相对湿度约90%时，对产卵和幼虫孵化最为有利<sup>12</sup>。北方地区春夏交替的温暖多雨条件会促使螟虫代数增多；而持续的高温干旱天气则会抑制卵块存活。过量氮肥、高密度种植等使植株长势旺盛，也有利于螟虫发生。栽培上，连作或高粱、玉米隔年轮作不足时容易累积虫源；适时深耕、翻土、轮作高粱或豆科作物等农业措施可有效减少虫害基数<sup>14</sup>。防治玉米螟应注意因地制宜：在大田管理上保持田间通风透光，减少田间倒伏风险；植株密度过高时可适当留行疏植，降低害虫隐蔽场所。排灌条件良好的地块常见虫害降低，而低洼积水、土壤板结区域则更易发生。总之，农业技术参数应维持在利于玉米生长而不利于害虫繁殖的水平。

## 5. 防治技术

玉米螟防治同样需综合运用多种手段。农业措施包括收获后及时处理和深埋或焚毁寄主秸秆，以杀灭越冬幼虫并压低基数<sup>14</sup>；春季播种前深翻土地，改善土壤结构并清除田间病残体。<sup>14</sup>此外，可推广抗螟的轮作作物，比如种植抗蛀高粱品种（如饲用高粱）或其他牧草，以分散虫源并减少化学农药使用；这被认为是一项全球公认的根本措施<sup>14</sup>。物理诱杀方面，中国各地常利用成虫趋光性，在村庄和玉米田周围安装高压汞灯诱杀飞蛾<sup>34</sup>。一般于6月底至7月底开展灯诱，当晚使用专门的捕虫水池（加洗衣粉作为浸剂）将成虫在产卵前大量消灭<sup>34</sup>。生物防治方法主要利用天敌和微生物杀虫剂。对于已经越冬的幼虫和蛹，东北地区采取在秸秆封垛中撒播白僵菌孢子粉（80–100亿孢子/g，每平方米约100克）进行封垛处理；在湿热区域也将白僵菌颗粒施入穗腋内（每亩50–70公斤）以杀灭隐蔽蛹或幼虫<sup>15</sup>。同时，人工作为释放松毛虫赤眼蜂、玉米螟赤眼蜂等专化寄生蜂，按玉米螟产卵早中期分批放蜂<sup>15</sup>。研究和实践表明，在适宜条件下，寄生蜂对玉米螟卵块的寄生率可达80%以上<sup>35</sup>。杀虫灯或性诱剂也可用于诱杀雄虫。化学防治方面，由于幼虫钻蛀性强，必须在蛀入茎秆前施药：通常在玉米心叶期施用3%克百威（或氯虫苯甲酰胺）颗粒剂，或0.1%高效氯氟氰菊酯颗粒剂，每株1.5克<sup>36</sup>。在心叶晚期，可施用1%对硫磷或1%辛硫磷颗粒剂，每株1–2克进行土壤施药<sup>36</sup>。选用药剂时应因地制宜，并轮换不同作用机制的药剂以减缓抗性产生。总之，玉米螟防控需将农业、生物和化学措施相结合，并准确把握施药时机才能见效。

## 6. 最新研究进展

近年玉米螟研究重点包括抗性机制与基因研究。在基因组水平，中国科学院出版的2024年研究揭示了亚洲玉米螟基因组的适应性变异。例如，该团队报道了调控元素的基因变异与昆虫对不同地区气候的适应能力相关，为研究物候和迁飞规律提供了基因基础<sup>19</sup>。另外，生化研究发现玉米螟对Bt蛋白的天然抗性较低，是因为其体内可能存在多种受体冗余，相当于“天然抗性基因聚合体”<sup>37</sup>（附：相关研究指出，由于Cry1Ab等蛋白的受体功能重叠，害虫很难一夜产生抗性）。在防控技术方面，精确监测和数字农业正得到应用。中国农业科学院植保所等单位建立了玉米螟监测预警系统，利用光诱、性诱、无人机与气象数据联动跟踪虫情，指导农民精准施防。此外，研究也在探索RNA干扰（RNAi）等新技术，以转基因或原生质体方式抑制螟虫特定基因表达。国际上，对玉米螟的研究相对成熟，如美国农业部多年来对欧洲玉米螟的种群动态和抗性管理进行了系统研究，为我国类似研究提供了参考。未来，玉米螟研究还将向综合防控策略优化和种质创新方向发展，包括改进生物防治制剂及提高玉米品种的抗虫基因含量。

## 7. 案例分析与流行风险

亚洲玉米螟是中国主要玉米产区的常见害虫，但在全国范围内危害程度有明显差异。在东北地区，因气候较冷，每年仅发生1–2代，加之农业管理加强，通常危害程度有限<sup>9</sup>。例如在黑龙江、吉林等省，经常报告的螟虫危害率低于南方地区。相比之下，我国华北和长江中下游等地具有更多代数，螟虫危害更为严重。美国玉米

带地区虽然主要由欧洲玉米螟为害，但转基因Bt玉米的大面积种植使玉米螟的经济损失显著降低。值得警惕的是气候变暖可能扩大高纬度地区螟虫世代数。撒哈拉以南非洲地区的玉米害虫种群主要是本土钻心虫（如玉米螟属、冬小蠹属等），这些虫害造成的经济损失同样巨大，相当于亚洲玉米螟的对应案例。综上可见，无论在中国东北平原、美国玉米带还是非洲玉米区，一旦环境条件适宜、管理不到位，螟虫均可大量发生并引起严重产量损失。因此加强对玉米螟发生规律的研究和区域监测预警，对保证玉米生产安全极为重要。

## 管理建议与前沿方向

玉米螟的防控应坚持“绿色高效、区划防控”思路，鼓励跨区域联防。建议成立专业化植保组织或合作社，按村屯或田块规模统防统治，统一投放诱杀灯、集中喷药，并配备无人机、自走式喷杆等现代化装备确保施药均匀<sup>28</sup>。在品种应用方面，应推动抗虫性高的新选育品种推广，例如使用对玉米螟抗性较强的高粱或玉米品系作为轮作或套种作物<sup>14</sup>。同时，利用信息化技术辅助决策：建立玉米螟动态监测数据库，辅以无人机或智能陷阱实时采集虫情数据，指导精准防治。国际上，主流策略是加强天敌保育、推行Bt玉米与非Bt玉米混播（留区育种）以延缓抗性产生，以及发展安全的RNAi农药和新型生物杀虫剂。未来研究前沿包括：进一步挖掘玉米中抗虫基因（可采用基因编辑技术提高有效基因含量），开发微生物制剂（如转基因枯草芽孢杆菌）和合成化合物诱导螟虫产生生理惰性，利用大数据和气候模型预测蚀期。同时，应加强农民教育，提升科学用药意识，共同促进玉米螟防控向低毒、高效、可持续方向发展。

# 玉米苗枯病

## 1. 病害基本信息

玉米苗枯病是指玉米幼苗时期发生的土传病害的总称，其主要表现为苗期根部和茎基部腐烂致倒伏，严重时导致苗木萎蔫枯死。该病通常由多种病原菌复合侵染而成，主要包括立枯丝核菌属（如 *Rhizoctonia solani*）、腐霉菌属（如 *Pythium aphanidermatum*、*P. aphanidermatum*）和镰刀菌属（如 *Fusarium spp.*）等土壤病原菌<sup>38 39</sup>。这些病原菌多属于土传习居性真菌或假菌，它们能够在病残体和土壤中越冬，并通过带菌种子、灌溉水、农事操作等途径传播到苗床或田块中<sup>38</sup>。玉米苗枯病的流行区域遍及全球主要玉米种植区，在我国东北、华北、黄淮和西南等产区均有发生，尤其在玉米连作区和排水不良田块发生严重<sup>38 39</sup>。

## 2. 发病规律与侵染机制

玉米苗枯病多发生在播后出苗期至3~5叶期，当环境条件偏低温湿润时最为严重<sup>38 39</sup>。侵染初期，病原菌从土壤或带菌种子侵入种子萌发部位和胚根，并沿茎基组织扩展。土壤温度在15~20℃、湿度大于80%时有利病菌活动<sup>38</sup>。在连作地块或有病残累积的土壤中，病害基数大，发病加剧。典型的传播途径包括雨水冲刷或灌溉水传播菌丝体和病孢子，以及农具和种子的机械传输。当病原菌菌丝或孢子到达幼苗根部，即开始腐蚀作用。高湿度条件不仅利于病菌侵染，也降低幼苗抗逆力，因此连续阴雨天或排水不良时常见大面积发病。

## 3. 症状与鉴别诊断

玉米苗枯病的症状发展迅速，从发病到死亡常只需数天。<sup>39</sup> 初期受害苗木的下部叶鞘边缘常出现黄色水渍状斑点或条斑，随后扩展成褐色坏死斑块；叶尖和叶缘逐渐变褐干枯，整株植株萎蔫，生长点受损形成病株畸形或枯心苗<sup>39</sup>。根系主要被感染后变为褐色腐烂，次生根大量减少或消失，整株幼苗容易被拔起，基部茎节软化，内部木质部变褐<sup>39</sup>。重度感染时，从植株倒伏到死亡往往只需5~7天，成苗率严重下降<sup>39</sup>。与其他苗期病害区别：苗枯病以根、茎基部腐烂为主，而不同于苗期的细菌性苗天红（例如立枯病）或其他叶部病害。苗枯病植株易拔起，基部软腐，而真菌致病一般开始于根部或茎基；若仅见叶片斑点或细菌性流胶，则考虑其他病害。实验室鉴定可通过分离纯培养病原菌并显微鉴定孢子形态来最终诊断。

## 4. 环境与农艺诱因

玉米苗枯病流行与环境条件和农艺管理密切相关。在低温、高湿条件下，病菌侵染力和扩散力增强<sup>38 39</sup>。连作玉米、种植密度过大、施肥不当（尤其缺磷钾、氮肥过量）等都会使幼苗抗逆力降低，更易感染。此外，播种过深或播种期气温不稳（晚播时地温低）也会诱发该病<sup>40 39</sup>。土壤板结和通气不良使根系无法正常呼吸，也有利病菌繁殖；而遇到冰雹、冻害或幼苗被害后造成的伤口也常成为病菌入侵通道<sup>39</sup>。整体上，土壤黏重、肥力不足、降雨过多的地块发病尤为严重<sup>39</sup>。基于此，改善土壤结构、施足有机肥、避免恶劣天气下播种等措施都是预防玉米苗枯病的关键。

## 5. 防治技术

玉米苗枯病防治应突出农业防控和生物防治，配合必要的化学措施。农业上建议实行轮作休耕，避免连作；提前深耕土地，破除犁底层，提高土壤通气性；增施腐熟有机肥，改善土壤理化性质，提高植株抗病力<sup>40</sup><sup>41</sup>。播前要选择抗病品种（如品系“农大372”、“登海605”等具有抗性），并在适温（地温 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ）条件下播种，以降低病菌侵染的可能性。种子处理是基础措施：播种前可用戊唑·噁菌酯或咯菌腈等种衣剂包衣，以抑制种传病菌<sup>40 41</sup>。生物防控方面，可在沟施时加入枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌等生物菌肥（菌剂），以调节土壤菌群并竞争抑制病原菌<sup>41</sup>。在施肥时增施有益生物肥料，可增强根系周围有益微生物数量；叶面喷施氨基寡糖素或 $\beta$ -氨基丁酸等诱导剂则能诱发植株系统抗性，提高其对病害的抵抗能力<sup>41</sup>。发生较轻时，可通过拔除病株并彻底销毁的办法阻断传染源。化学防治作为应急手段，当发现明显病斑或成片发病时，应及时采取药物灌根处理。推荐使用甲基硫菌灵、噁唑酰肼等针对土传病菌的杀菌剂进行土壤喷洒或灌根<sup>41</sup>。例如，在病株周围灌根70%甲基硫菌灵800倍液，每株200–300毫升，同时结合叶面喷施0.2%–0.3%的磷酸二氢钾提高植株抗性<sup>42 41</sup>。发生严重时，还可追加腐霉利或多菌灵等药剂局部喷雾或灌根。综合管理中加强监测预警也很重要。通过土壤传感器监测温湿度结合预报来判断高危期，提前10天发布病害预警<sup>43</sup>。此外，推广合理密植、及时排灌、破坏田间残体、清理杂草等常规田管技术，也是遏制苗枯病发生扩散的有效手段。

## 管理建议与前沿方向

玉米苗枯病防治要坚持“预防为主、综合防治”原则，强化田间管理和科技支撑。首先应优化栽培制度：提倡轮作制度（如与小麦、高粱等作物轮换），抑制病害基数积累；播前深耕、改土以改善土壤结构并促进排水，尤其在南方多雨地区；推广抗病高产品种和在高发区使用生防菌剂包衣种子。其次要完善监测预警体系：建设区域病害监测点，利用土壤温湿度传感器和卫星遥感等技术，对苗期湿冷条件进行动态监控，并通过手机短信或App向农户推送预警信息<sup>43 21</sup>。在此基础上，实行“种子处理+生物防治+理化诱控”的模式：种子处理减少病原菌侵染；春季施用枯草芽孢杆菌等生防菌剂调节土壤微生态；对轻度病株及时钝刀切除病部组织并涂抹杀菌剂阻断传播。同时，培训推广无人机或自走式喷杆喷雾技术，实现大面积精准施药，确保药剂覆盖均匀并降低用药量<sup>28</sup>。未来发展方向应聚焦抗病基因挖掘和生物防控剂开发：可利用基因编辑改良玉米品种以增强对立枯丝核菌、腐霉菌的抵抗力，并研发专效的微生物制剂（如特异性枯草芽孢杆菌、生防真菌）用于土壤应用。此外，加强对气象变化和耕作因素的研究，建立病害发生模型，为智能农服提供决策支持，推动玉米苗期病害防控向高效、绿色、集成的方向迈进<sup>43 21</sup>。

**参考文献：**以上内容参考了农业部及FAO发布的秋粘虫防治指南、科研文献及各地植保部门报道等权威资料<sup>3</sup><sup>5 2 18 20 21 29 19 9 38 39 36</sup>等。

---

<sup>1 5 7 8 16</sup> 商州：草地贪夜蛾识别与应急防控技术\_陕西省农业农村厅  
[https://nynct.shaanxi.gov.cn/zt/snzbxz/bjjs/202406/t20240612\\_3451112.html](https://nynct.shaanxi.gov.cn/zt/snzbxz/bjjs/202406/t20240612_3451112.html)

<sup>2</sup> 嚴防中國大陸秋行軍蟲渡海來臺肆虐(農業部動植物防疫檢疫署)  
[https://www.aphia.gov.tw/theme\\_data.php?theme=NewInfoListWS&id=16175](https://www.aphia.gov.tw/theme_data.php?theme=NewInfoListWS&id=16175)

- 3 4 6 11 13 23 24 关于非洲农民的最新敌人——秋粘虫，你需要了解的五件事  
<https://www.fao.org/newsroom/story/Five-things-to-know-about-African-farmers-latest-foe---the-Fall-Armymworm/zh>
- 9 10 12 14 15 29 30 31 32 33 34 35 36 (二十二) 亚洲玉米螟 (Asiatic Corn Borer) \_植保专题库  
<https://apple.castp.cn/Literature/1151>
- 17 18 基因组所萧玉涛团队发现草地贪夜蛾关键抗性基因  
<https://agis.caas.cn/xwzx/kyjz/c866fd36b1ab44b89e5ec2b44eb9b354.htm>
- 19 Cell Reports | 基因组所萧玉涛团队揭示玉米螟基因组结构变异介导适应性进化的机制  
<https://agis.caas.cn/xwzx/kyjz/23cbd764055f4458b62ae99030b73bcf.htm>
- 20 22 草地贪夜蛾防控攻关经验-中国农业科学院植物保护研究所  
<https://ipp.caas.cn/dqyd/c532a6482869430c812ab370885bd5c9.htm>
- 21 监测工具 | 草地贪夜蛾防控全球行动 | 联合国粮食及 农业组织  
<https://www.fao.org/fall-armymworm/faw-monitoring/zh/>
- 25 26 27 China finds fall armyworm in northeast cornbelt | Reuters  
<https://www.reuters.com/article/business/environment/china-finds-fall-armymworm-in-northeast-cornbelt-idUSKBN25H14E/>
- 28 38 39 40 41 42 43 玉米苗期三大病害防治要点  
<https://m.boyar.cn/article/1228845.html>
- 37 植保院 | 吴益东教授团队揭示Bt蛋白长效抗虫机制助力玉米稳产增收  
<https://www.njau.edu.cn/2025/0418/c1106a134345/page.htm>

# 玉米粘虫病（草地贪夜蛾）

## 主要种类及分类细化

草地贪夜蛾（*Spodoptera frugiperda*）属鳞翅目夜蛾科灰翅夜蛾属，原产美洲，是玉米生产上的重要害虫，其幼虫寄主广泛，可危害玉米、水稻、高粱等多种禾本科作物<sup>1</sup>。研究表明，草地贪夜蛾存在与寄主偏好相关的两种生态分型：**玉米型和水稻型**<sup>2</sup>。玉米型以玉米和高粱为寄主，水稻型以水稻为寄主，这两型不仅食性不同，也在生理、交配行为及对杀虫剂敏感性上存在差异<sup>2</sup>。入侵中国的草地贪夜蛾种群为杂交群体，核基因组主要来自玉米型，而线粒体基因型则同时包含玉米型（FAW-mC）和水稻型（FAW-mR）两种类型<sup>3</sup>。基因组学研究表明，中国FAW群体中FAW-mR线粒体类型在初期迁飞阶段占优势（超过98%），这表明水稻型线粒体个体具备较强的远距离迁飞能力，而FAW-mC则更快发育、生殖力强<sup>3</sup>。此外，不同地域种群之间也存在遗传多样性差异，中国北方褐粘虫种群表现出高多样性、不同线粒体类型交杂等特点<sup>4</sup>。

## 地理分布范围

2018年底，草地贪夜蛾经缅甸入侵云南，2019年迅速向周边省份扩散<sup>3</sup><sup>5</sup>。监测结果显示，2019年1月云南首次发生后，春季即蔓延至广西、贵州、广东和湖南等地，并逐步扩散到长江中下游和华东地区（报道已扩散至安徽）<sup>5</sup>。随着季节推进，该害虫继续北迁并侵入华北及东北地区。陕西省的研究表明，该省草地贪夜蛾主要来源于四川、重庆、湖北、贵州、河南等相邻省份<sup>4</sup>。目前，中国几乎所有玉米主产区均有FAW出现，但在高纬度寒冷区无法越冬，每年需要从南方迁飞补充<sup>4</sup>。总体来看，华南（尤其是云南、广西、广东一带）为首发和基地区，中部省份（四川、湖北、湖南等）为次发区，华北及东北地区为季节性迁飞受害区<sup>5</sup><sup>4</sup>。

## 发病时期与流行代数

草地贪夜蛾的生命周期随气温变化而变化，夏季高温时一个世代约需30天，春秋气温较低时约需60天，而冬季在温暖环境下可达80-90天<sup>6</sup>。在中国南方温暖地区，每年可发生3~5代；在中北部地区，生长期缩短，一般发生2~3代<sup>6</sup>。初发生代通常出现在春末夏初，随气温升高进入多代叠加。成虫夜间活跃，成虫迁飞主要发生在春夏之交，在4~7月利用季风向随风水北迁<sup>4</sup>。研究发现陕西等地的FAW每年夏季出现时间逐年延后，其迁飞路线和源区也随年份变化，主要从西南（四川、重庆、贵州）和中部（湖北、河南等）省份迁入<sup>4</sup>。不过，FAW蛹在中国中北部地区无法越冬<sup>4</sup>，因此每年新灾需依赖南方不断输入。总体上，草地贪夜蛾在夏季玉米（尤其是春玉米和夏玉米）的中后期发生危害最为严重，天气持续高温高湿或偶发低温阴雨都会触发其发生高峰<sup>4</sup><sup>6</sup>。

## 主要田间表现与识别特征

草地贪夜蛾幼虫可以在玉米全生育期危害，但以幼苗期和心叶期危害最为典型。被害植株心叶被幼虫啃食后，会出现半透明的“窗孔”状损伤和不规则的长条孔洞，严重时可导致心叶枯死，俗称“枯心苗”<sup>7</sup>。后期高龄幼虫则可钻蛀未抽出的雄穗和幼嫩雌穗，影响果穗正常发育<sup>7</sup>。被害田块常见缺苗、断垄现象。识别方面，草地贪夜蛾幼虫体色通常为灰绿色至淡褐色，背部有不规则的浅色纵纹，第八腹节上排列有4个暗色斑点，头部顶部具倒“Y”形白色线纹<sup>8</sup>。这些特征与东方粘虫、斜纹夜蛾等常见害虫不同，可用于辨识。成虫前翅呈淡黄色或黄褐色，翅面有明显的环斑和肾斑，雄蛾翅展20~26mm，雌蛾26~30mm<sup>9</sup>（亚洲玉米螟成虫外形极似，需结合口器和性器鉴定）。此外，FAW在田间常留下散乱的绿色黏稠粪便和老熟蛹出土痕迹；气温偏高时成虫趋光，易被诱杀灯、性诱剂诱捕。



# 玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）

## 主要种类及分类细化

亚洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）是中国玉米区的优势玉米螟种类<sup>10</sup>。在中国部分地区（如新疆伊宁），也有欧洲玉米螟（*Ostrinia nubilalis*）存在，但分布零散，总体上以亚洲玉米螟为主<sup>10</sup>。亚洲玉米螟广泛分布于我国玉米、高粱等粮棉作物种植区<sup>10</sup>，不同地区种群的生物学特性存在地理变异。例如，南北纬度差异导致其生活史参数（化蛹期、光周期响应、越冬羽化时间、个体体型和抗寒能力等）呈现区域性差异<sup>11</sup>。综上所述，尽管玉米螟在中国无明显的生理小种划分，但南北种群在发育历期和繁殖策略上已发生分化<sup>11</sup>。

## 地理分布范围

亚洲玉米螟在中国几乎所有玉米主产区均有分布<sup>10</sup>。在分布广泛的同时，不同生态区的发病强度和发生代数有所差别：东北和西北地区气候偏冷，一年约发生1~2代；华北平原地区发生2~4代；江汉平原可达4~5代；华南（广东、广西及台湾）多达5~7代；西南山区发生2~4代<sup>12</sup>。玉米螟尤以夏播玉米和春高粱为主要为害作物，高温潮湿时危害更重。在粮棉混作或连茬地块中，玉米螟也会侵染棉麻、大豆等作物，但危害强度一般低于玉米和高粱。此外，中国西部如新疆伊犁河谷属高寒区，因欧洲玉米螟偶尔混生而具有特殊性<sup>10</sup>。总体而言，华北、东北和长江以南的玉米区为玉米螟流行带，而受灾程度受当地气候及种植结构影响较大。

## 发病时期与流行代数

亚洲玉米螟的生活史随纬度变化而变化。在华北及东北地区，越冬代幼虫一般于5月中下旬化蛹，5月底至6月初羽化为成虫并产卵于玉米或高粱叶背<sup>13</sup>。第一代幼虫在6月中下旬开始大量出现，对春玉米或春高粱危害严重<sup>13</sup>。一个世代的卵期约3~5天，幼虫经5龄共需17~24天<sup>13</sup>。随着温度升高，多世代叠加，7~8月进入夏播玉米的关键危害期，越冬代幼虫通常在9~10月钻入寄主茎秆越冬<sup>13</sup>。不同地区代数与纬度正相关：例如，广东地区夏季连续高温有利于5~7代形成<sup>12</sup>，而东北及西北地区由于秋早霜降，只发生1~2代<sup>12</sup>。总之，玉米螟与玉米春播/夏播种植同期发生，危害高峰多与穗期相重合，气温和光照条件变化是其代数变化的主要驱动因素<sup>12</sup><sup>13</sup>。

## 主要田间表现与识别特征

玉米螟幼虫危害以蛀杆、蛀穗为主。幼虫早期潜藏在玉米心叶或高粱叶丛中啃食，造成叶片上出现排列成“针眼”状的贯穿小孔<sup>14</sup>；3龄后幼虫扩大危害范围，叶片展开时出现整排的长孔<sup>14</sup>。在穗期，幼虫可钻蛀穗柄、穗轴或茎秆继续取食，导致植株输导组织受阻，营养水分运输受影响<sup>14</sup>。受害植株常表现为茎秆折断或早倒伏，穗发育不良、籽粒干瘪，严重减产<sup>14</sup>。田间可见直径数毫米的蛀孔和成串的蛀屑。成虫体色较浅，雄蛾黄褐色，前翅呈黄色并带有暗褐色斑纹，具有典型的环形斑和肾形斑纹；雌蛾翅展较雄蛾宽大，颜色更浅<sup>9</sup>。幼虫乳白或淡灰色，老熟体长20~30mm，背部具有三条纵线，第8腹节背面排列有4个暗色斑点<sup>9</sup>。这些形态特征结合危害部位可与其他玉米害虫（如螟虫、粘虫等）鉴别。需要注意的是，亚洲玉米螟与形态相似的欧洲玉米螟外观几乎无法区分，主要靠生殖器或性诱素成分进行鉴别。

# 玉米苗枯病（多重病原）

## 主要种类及分类细化

玉米苗枯病是由多种土传真菌病原共同侵染引起的复合性病害<sup>15</sup>。主要致病菌包括镰刀菌属（如禾谷镰刀菌 *Fusarium graminearum*）、腐霉菌属（*Pythium* spp.）和立枯丝核菌（*Rhizoctonia solani*）等<sup>16</sup><sup>15</sup>。不同病原可同时存在于一个病株中，混合侵染加剧了病害程度<sup>15</sup>。这些病原菌多数属于褐腐病、枯萎病菌群

体，部分品种和生理小种对玉米苗枯病的致病性可能存在差异。目前尚无对玉米苗枯病普遍分级的官方划分，但一般可根据主导致病菌和流行季节，将其归入春玉米生育期的常见苗期病害之一。

## 地理分布范围

玉米苗枯病主要发生在春玉米区和土壤低洼、湿冷条件下的玉米田中。春季长期低温阴雨是诱发苗枯病的关键环境条件<sup>17</sup>。典型流行区包括华北黄淮地区、东北部（春季玉米种植区）以及长江中下游部分地区。历史上，例如1990年浙江春玉米区就发生过大面积苗枯病（发病面积达播种面积的20%）<sup>16</sup>。相比之下，夏玉米区由于气温较高、雨日较少，苗枯病发病一般较轻<sup>17</sup>。此外，连续多年重施氮肥、土壤板结、有机质缺乏等田间管理不当也会加重病情<sup>17</sup>。总体而言，苗枯病在黄淮、东北等春玉米主要区呈片状发生，高危田块通常与连作、排灌不良等因素相关。

## 发病时期与流行代数

玉米苗枯病发病期集中在玉米出苗后的早期，一般在**3~5叶期**高发<sup>16</sup>。此时幼苗根系尚不发达，对病原菌最易感。病原菌在土壤或病残体中越冬，春季随雨水、灌溉等途径侵染新茬幼苗。由于病害发展迅速，一旦发病，从开始出现症状到幼苗死亡往往只需**5~7天**<sup>16</sup>。因此，该病害流行往往集中爆发：连续阴雨后出苗的田块最易发生大面积感染。由于为病害而非害虫，没有“世代”概念，但可以说是土传病原在每年春季幼苗阶段聚集高峰，并随栽培季节推进而逐渐衰减。

## 主要田间表现与识别特征

苗枯病田间典型症状为幼苗基部褐色腐烂和地上部叶片黄化干枯。病株根颈部出现水浸状褐色病斑，迅速扩展导致根部腐烂，幼苗易被拔出且基部茎秆软腐断裂<sup>18</sup>。地上部心叶边缘出现黄色至褐色条斑，病情发展后心叶卷曲枯死，整株茎叶失去活力并逐渐枯萎<sup>18</sup>。在潮湿的田块，病株近地面可见白色或粉红色菌丝和霉状物，说明病原菌在腐组织上繁殖<sup>18</sup>。严重发病的田块常出现苗齿不全或密度严重不足的现象，高可缺苗30%~50%<sup>18 19</sup>。由于多种病原混合存在，田间诊断常结合病菌分离：草地贪夜蛾不同，苗枯病需根据观察根腐、芽腐等症状并配合实验室鉴定来确定。相对于其他苗期病害（如纹枯病、赤霉病等）主要危害节部或穗部，苗枯病特点是苗根及近地面基部腐烂、幼苗快速死亡，这是其鉴别要点<sup>18 15</sup>。

**参考资料：** 中国农业系统出版物、植保技术报告和权威期刊资料<sup>6 3 10 4 2 16 18 7</sup>等。

---

<sup>1 2 5</sup> 【综述】全球草地贪夜蛾抗性如何？这些杀虫剂岌岌可危！\_美洲地区  
[https://www.sohu.com/a/336521523\\_362577](https://www.sohu.com/a/336521523_362577)

<sup>3</sup> 中国农业科学院博士后揭示草地贪夜蛾快速入侵和定殖成灾的新机制\_中国农业科学院博士后网站  
<https://postdoctor.caas.net.cn/dtxx/kjzts/23a284b3a4244298b8b6faf3608ae4fd.htm>

<sup>4</sup> Invasion Dynamics and Migration Patterns of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Shaanxi, China - PMC  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12194478/>

<sup>6 8</sup> 草地贪夜蛾 - 维基百科，自由的百科全书  
<https://zh.wikipedia.org/zh-hans/%E8%8D%89%E5%9C%B0%E8%B2%AA%E5%A4%9C%E8%9B%BE>

<sup>7</sup> 草地贪夜蛾如何为害玉米？\_种植\_三明市人民政府门户网站  
[http://www.sm.gov.cn/wz/hdjlzsk/nyj/zz/202306/t20230609\\_1913685.htm](http://www.sm.gov.cn/wz/hdjlzsk/nyj/zz/202306/t20230609_1913685.htm)

<sup>9 10 12 13 14</sup> （二十二）亚洲玉米螟（Asiatic Corn Borer）\_植保专题库  
<https://apple.castp.cn/Literature/1151>

11 中国亚洲玉米螟发育历期的地理变异

<https://www.ecologica.cn/html/2015/2/stxb201303260512.htm>

15 17 18 19 玉米镰刀菌苗枯病!

[https://www.sohu.com/a/159083627\\_692444](https://www.sohu.com/a/159083627_692444)

16 玉米苗期三大病害防治要点

<https://m.boyar.cn/article/1228845.html>