

# 玉米热带锈病 (*Puccinia kuehnii*) 综合研究报告

## 病原研究

*Puccinia kuehnii* (甘蔗柄锈菌) 为担子菌门、Pucciniomycetes纲、Pucciniales目、Pucciniaceae科锈菌属真菌，在中国主要危害甘蔗<sup>1 2</sup>。该菌为专性寄生菌，自养生活史完成于单一寄主上，仅产生大量夏孢子（在10–34°C条件下可萌发，最佳15–25°C，相对湿度>97%利于萌发<sup>3</sup>）；冬孢子较少见，精器和接合孢子阶段未观察到<sup>4</sup>。*P. kuehnii*缺乏明确的中间寄主，主要依靠气流传播病原孢子<sup>3 5</sup>。玉米常见锈病还包括普通型 (*Puccinia sorghi*) 和南方型 (*Puccinia polysora*) 锈病，以及由玉米壳锈菌 *Physopella zeae* 引起的热带锈病<sup>6</sup>。普通锈病适温较低 (16–23°C)，在光照不足、高湿条件下发生严重；南方锈病耐更高温 (约26–28°C)<sup>7</sup>。与 *P. sorghi* 和 *P. polysora* 不同，玉米热带型锈病的致病菌为 *Physopella* 属 *P. zeae*，与 *P. kuehnii* 属不同<sup>6</sup>，二者发病生态也有差异 (*Physopella* 更偏好高温高湿<sup>7</sup>)。综上，*P. kuehnii* 在玉米上未见明确报道，其生物学特性与玉米锈病主流病原存在明显区别<sup>4 6</sup>。

## 症状分析

玉米锈病主要侵染叶片，病害初期在叶片上出现散生或聚生的浅黄色小点，继而隆起形成黄褐色至红褐色孢子堆 (夏孢子堆)，破裂后散出铁锈色粉状孢子<sup>8</sup>。病斑中后期出现黑色冬孢子堆，叶面布满锈褐色粉末。重病株叶片枯黄脱落，影响光合作用并导致植株早衰、籽粒瘪小<sup>8 9</sup>。热带型锈病 (玉米壳锈菌) 在叶片上下表面均可产生锈斑，与普通锈病类似；不同品种 (如甜玉米、糯玉米、籽粒玉米) 发病症状总体相似，但甜质型玉米早熟品种常易受重害<sup>9 10</sup>。在苗期发病可抑制出苗和生长，拔节抽雄期发病导致严重叶斑和失绿，灌浆期发病则影响籽粒灌浆成熟。一般中等发病田块产量减产约10–20%，重病田减产30%以上，局部严重时可全株枯死<sup>9 11</sup>。研究显示，果穗、苞叶甚至雄穗在严重感染时也可受害<sup>9</sup>，对鲜食玉米的商品品质影响尤为明显。部分甜玉米品种 (如“斯达甜221”、“京甜糯807”、“华耐甜玉782”) 对锈病表现出较好抗性，可在生产上推荐种植<sup>10</sup>。

## 传播途径与发病机制

玉米锈病典型通过气流传播为主。感染田块产生的夏孢子可随风飘散，再次侵染健康植株<sup>5</sup>。强风暴雨 (如台风) 条件下，可跨区快速扩散，导致病害迅速暴发；例如2023年第5号台风“杜苏芮”后，华北及黄淮海区南方锈病发生面积迅速扩增，并比往年提早10–15天出现大流行<sup>11</sup>。孢子萌发和感染需高湿度环境，持续露水或小雨高湿条件下发病最重<sup>3 12</sup>。高温高湿 (“蒸笼天”) 时期，孢子萌发快，病情蔓延剧烈<sup>12 11</sup>。相反，干旱或寒冷环境则抑制病菌活动。玉米植株的生理状态也影响发病程度：植株长势弱、早熟品种、叶色黄或叶毛少的品系更易受害<sup>13 5</sup>。冬季玉米茬或其他寄主残体上的孢子可作为次年侵染源；北方地区若不清除茬秆，残体中的冬孢子也会在来年春季萌发，引起首次侵染<sup>5 14</sup>。目前尚无明确证据表明 *P. kuehnii* 可通过种子传播，病原主要依赖外界气传孢子和田间病源累积而维持。

## 防治方法

- **抗病品种：**育种选用抗锈病品种是最经济有效的防控策略。国内外玉米育种已鉴定出若干对热带型和南方型锈病具有较高抗性的品系。例如鲜食玉米品种“斯达甜221”、“京甜糯807”、“华耐甜玉782”等在生产上推荐用于锈病严重地区<sup>10</sup>。在科研层面，对玉米热带型锈病已定位出相关抗性位点和标记，可用于分子辅助选育<sup>15</sup>。针对南方锈病，新品种中已见到含有RppC、RppK等抗性基因的材料，其模式提取和克隆工作也在进行中 (相关研究将助力抗病育种)。总之，应结合当地流行病原类型，选择或培育适合的抗病品系，并避免在高风险区域重复种植同一易感品种。

- **化学防治：**推荐使用对锈菌活性较强的系统性杀菌剂或内吸性杀菌剂进行叶面喷雾。常用药剂包括丙环唑、戊唑醇、氟硅唑、苯醚甲环唑、嘧菌酯、吡唑醚菌酯等<sup>16 10</sup>。例如在锈病发生初期可喷施20%苯醚甲环唑乳剂或18%戊唑醇微乳剂（1500–2000倍液）等<sup>10</sup>；对于南方锈病，也可选用含吡唑醚菌酯、嘧菌酯成分的药剂<sup>16</sup>。施药应在发病初期至中期进行，一般隔7–10天喷一次，每次喷雾量保证叶面湿润，连续处理2–3次<sup>16 17</sup>。使用杀菌剂时应轮换不同作用机制类别，避免单一类别频繁使用导致抗药性产生。注意避开中午高温和雨前时段施药<sup>18</sup>，并严格按照剂量和安全间隔期要求操作，做好人员防护以防药害和中毒。
- **生物防治：**目前针对玉米锈病的专用生物制剂较少，但可以借鉴其他作物的经验。常用的生防微生物包括枯草芽孢杆菌、荧光假单胞菌、各种木霉属菌株等，它们具有较好的广谱抑菌活性，对锈菌夏孢子和菌丝有一定拮抗作用。还可利用植物源农药（如苦楝素、大蒜素等天然抑菌活性物质）进行防治<sup>19</sup>。在田间可灌根或喷施这些生防制剂以提高环境中有益菌群数量，从而间接抑制病原菌滋生<sup>19</sup>。综合应用生物制剂与化学药剂，将有助于构建多元防控体系，降低环境压力。
- **栽培管理：**加强田间管理对锈病防控至关重要。应选用利于通风透光的块田，避免低洼积水区域种植。合理密植，防止过密带来的田间高湿环境<sup>13 14</sup>。根据当地气候和病害季节，适当提前或延后播期，避开高温连阴雨期，保证玉米快速生长期。<sup>14</sup>田间应合理施肥，增施磷钾肥并配合施用有机肥，避免偏施或过量氮肥，以增强植株抗病力<sup>13 20</sup>。轮作倒茬是减少土壤中病原菌累积的有效措施，可与非禾本科作物（如豆类、瓜菜等）轮作<sup>14</sup>。田间发现病株后，应及时拔除并集中深埋或焚烧，切断病原传播途径<sup>5 14</sup>。此外，注意田间杂草管理，特别是清除酢浆草等锈菌可能的备用寄主，以防止为病菌提供越冬场所<sup>5</sup>。

## 气候变化与传播趋势

受全球气候变暖和中国玉米种植制度调整的影响，玉米锈病流行态势发生显著变化。总体来看，暖湿气候条件扩大了锈病的适宜流行区，北方长势较差地区出现罕见锈病暴发，流行时间也呈现提前趋势<sup>21 11</sup>。例如近年华北、华中地区夏季降雨增多、气温提高，加速了南方型锈病的北侵与暴发<sup>21</sup>。未来需加强对锈病的监测预警和病原分型研究，结合气象和田间调查数据建立流行模型。同时，应加大抗病育种投入，利用分子标记加速抗病基因/位点在本地高产品种中的应用。跨学科整合培养（如信息化监测、智能诊断）和绿色防控措施研发也是重点。总之，在气候变化背景下实施“预防为主、综合防治”策略，通过新品种选育、化学/生物防治与精准耕作等多种手段结合，才能有效遏制玉米热带型锈病的传播和危害<sup>21 11</sup>。

**参考文献：**相关文章、专著及技术资料<sup>4 1 6 5 22 11 15 8 10 14</sup>等。

- 1 2 **Puccinia kuehnii**  
<https://www.mindat.org/taxon-2515501.html>
- 3 4 **Puccinia kuehnii (W. Krüger) E. J. Butler 1914 | Pest Rating Proposals and Final Ratings**  
<https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?p=1856>
- 5 **玉米锈病\_介绍及防治-世界农化网-世界农化网**  
<https://cn.agropages.com/bcc/Bdetail-416.htm>
- 6 **CN102146439B - 普通型玉米锈病病原真菌的检测引物及分子检测方法 - Google Patents**  
<https://patents.google.com/patent/CN102146439B/zh>
- 7 8 10 14 17 19 20 **北京鲜食玉米病虫害类型及防治**  
<https://www.hanspub.org/journal/paperinformation?paperid=101911>
- 9 12 13 22 **汉台：玉米锈病的识别及防控技术\_陕西省农业农村厅**  
[https://nynct.shaanxi.gov.cn/zt/snzbxx/zbjs/202407/t20240729\\_3451289.html](https://nynct.shaanxi.gov.cn/zt/snzbxx/zbjs/202407/t20240729_3451289.html)
- 11 16 18 **玉米南方锈病防控技术指导意见**  
[http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202308/t20230811\\_6434063.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202308/t20230811_6434063.htm)
- 15 **CN105063195A - 与玉米热带锈病(玉米壳锈菌)抗性相关联的基因座 - Google Patents**  
<https://patents.google.com/patent/CN105063195A/zh>
- 21 **[中国科学报] 全国玉米病害研究与防控协作组成立-中国农业科学院植物保护研究所**  
<https://ipp.caas.cn/mtjj/fd73f893d4664b0583297addec8934d7.htm>

## 玉米普通锈病与南方锈病病原学研究

玉米**普通锈病**病原菌为担子菌门锈菌纲Puccinia sorghi Schw.，该菌属异化性锈菌，寄生于玉米和酢浆草（Oxalis属）等两种植物。其夏孢子堆呈黄褐色，夏孢子为浅褐色椭圆形或近球形、具细刺，大小约 $24-32 \times 20-28 \mu\text{m}$ ；成熟时产生黑褐色冬孢子囊，裂开后释放两细胞冬孢子（ $28-53 \times 13-25 \mu\text{m}$ ），这些冬孢子通过酢浆草传染循环，并生成分生孢子和子囊孢子，最终将增殖孢子（aeciospores）吹到玉米上完成循环。相比之下，**南方锈病**由多堆柄锈菌P. polysora (Underw.) 侵染引起，主要发生在热带和亚热带地区。该病原为完全生物性病原，不易人工培养；目前尚不清楚完整生活史，通常不产生显见冬孢子，其生殖主要依靠夏孢子进行无性循环。在中国，南方锈病病原菌能在南方全年连代过冬，而主要依靠风力将夏孢子向北输送至华北、华东等地（黄淮海区）发病。总体而言，普通锈病适应较凉爽潮湿的环境，而南方锈病适应较高温高湿条件；研究表明，当相对湿度高于90%时，病情流行速率与日平均气温呈正相关。此外，南方锈病病原种群分化较小，易产生多重生理小种并迅速进化，增加了防治难度。

### 症状特征与产量影响

**普通锈病**初见症状为叶片上出现散生或簇生的黄绿色小斑点，随后发展为砖红至棕褐色的脓疱（夏孢子堆），散生于叶片上下表面。成熟后褪色变黑，形成黑褐色的冬孢子囊。**南方锈病**则先在叶片上出现褪绿小斑点，迅速形成橘黄色至黄褐色的凸起疱斑，这些疱斑主要分布于叶片上表面，也可出现在叶鞘或叶鞘下部。与普通锈病相比，南方锈病的脓疱更小而密集，颜色更偏橘黄。在不同玉米类型上，甜玉米往往更加易感，严重感染时叶片功能损失显著；研究估计甜玉米中，每增大10%的叶面积感染普通锈病，产量约降低6%。而南方锈病发生时病情通常更迅猛，一旦爆发可造成大面积黄色严重病斑，全球报道最严重的感染可导致40%~45%的产量损失。总体而言，南方锈病对产量的威胁远大于普通锈病，尤其在玉米抽雄灌浆期感染时，对籽粒灌浆和淀粉积累影响更大。

### 传播途径与侵染过程

两类锈病均通过风媒传播。南方锈病病原在南方多年连代后形成大量夏孢子，借助季风、台风等高空气流长距离传播至华北和东北等玉米主产区。普通锈病夏孢子也可随风扩散，但因寒冷地区冬季无法过冬，北方主要依赖病残体和转主寄主（酢浆草）为初侵染源。例如我国北方玉米区的普通锈病菌源既来源于南方长距离飘移的夏孢子，也来源于田间残株或田间杂草酢浆草上的增殖孢子。病原侵染机制上，锈菌夏孢子在附着叶面后需潮湿条件（露水或湿度）刺激萌发，分生菌丝侵入叶片表皮或气孔，形成特殊吸器（haustorium）抽取营养，与玉米植株发生“基因—基因”互作导致抗病或感病反应。目前已知玉米与锈菌之间存在基因对基因关系，如玉米具有Rp和Rpp等抗性基因簇对应病原的无毒基因，在识别后诱发过敏性反应限制病菌侵染。这一过程多周期重复，若气候适宜可在生育期内多次发生再侵染，加剧病害蔓延。

### 防治方法

- **抗病品种：** 培育和推广抗病品种是防控锈病最经济的方法。目前针对南方锈病，研究者已鉴定出若干抗性基因，如在玉米中发现了南方锈病具有全抗或高度抗的基因RppC和RppK，并解析出对应的病原无毒基因AvrRppC和AvrRppK。世界范围内已报道至少Rpp1-Rpp11共11个南方锈病抗性基因，其中大多数表现为理化品种特异性抗性。国内玉米育种中也在利用这些基因来源进行抗南方锈病品种选育。对于普通锈病，玉米Rp1基因簇包含多个与病原竞争的抗病位点，育种工作多集中在累积数量性抗性以降低病害严重程度。杂交玉米品种在不同抗性水平特别显著，应优先选用经测定具有较高抗病等级的品系。
- **化学防治：** 在关键生育阶段及时喷药可有效抑制锈病流行。一般在病害发生初期（如拔节后至抽雄期），发现病斑后立即喷施杀菌剂，每隔7-10天重复1次，共2-3次。常用药剂包括：

- **三唑类和酰胺类：**如25%三唑酮可湿性粉剂（1500–2000倍液）、50%戊唑醇制剂等，能系统抑菌；
- **苯醚类和三唑醚类：**如50%丙环唑可湿粉（700–1000倍）、苯醚甲环唑、啞菌酯（吡啶菌胺类）等，对锈病有良好效果；
- **多硫磺类：**如40%多硫悬浮剂（600倍液）、50%硫磺悬浮剂（300倍液）、石硫合剂（150倍液）等，对广谱病害有效且价格低廉；
- **其他：**25%敌力脱乳油（3000倍液）、12.5%速保利可湿粉（4000–5000倍液）等也列为选用。以上药剂应配备免漂移喷雾设备，遵守药剂安全间隔期，避免在密花、鸣蜂高峰期喷药。
- **生物防治：**积极推广绿色防控手段可辅助减轻化学防治压力。目前研究和生产中常用的生物制剂包括枯草芽孢杆菌（*Bacillus subtilis*）、地衣芽孢杆菌等芽孢杆菌属菌种，以及木霉（*Trichoderma*）等真菌拮抗剂。这些拮抗微生物能通过竞争抑制、产生抑菌物质等方式间接防治锈病。此外，可选用植物源抗病活性物质如姜蒜提取物、苦楝素、芸苔素内酯等，作为免疫诱导剂提高玉米自身抗性。这些生防产品对作物安全、环境友好，但其防效受剂型、环境等影响较大，需要配合农艺措施使用。
- **栽培管理：**通过科学种植管理可有效降低锈病发生风险：
  - **合理调整播期：**春玉米宜适当推迟播种避免盛夏高温高湿时段抽雄期暴发；早熟品种或夏玉米可适当前移，避开雨季高温。
  - **优化密植：**适当降低株行距，保持田间通风透光，减少田间湿度积累。
  - **轮作与除草：**与豆类、薯类等非禾本科作物轮作，破坏病原物累积；清除田间宿主酢浆草和病残体，并集中深埋或焚毁。
  - **肥水管理：**加强磷钾肥的供给，避免偏施或过量氮肥，可提高植株抗病力。保持土壤适度湿润，避免连续阴雨诱发病害流行。

## 现实挑战与未来方向

随着气候变暖和玉米种植结构调整，我国玉米锈病防控面临新挑战。近年来“台风+季风”天气加剧了南方锈病的长距离传播：如2023年台风“杜苏芮”影响下，南方锈病迅速北扩至京津冀等地。北方连作大田中普遍缺乏有效宿主阻隔，使得一般不发生南方锈病的地区也出现疫情。气候变化下高温多湿环境可能会进一步扩大南方锈病的发生区间，同时普通锈病在暖冬条件下亦有潜在扩散风险。面对多生理小种和种群快速变异的南方锈病，目前玉米抗病资源仍然有限，单一抗性基因常易被突破。未来研究需加强对病原菌种群结构和生理小种的监测，挖掘新的抗性基因和数量性抗性位点。利用分子育种技术加快将RppC、RppK等全抗或高抗基因导入适宜品种，同时开发多基因复合抗性品种，是长期有效防控的关键。化学防治方面，应关注药剂交替使用以延缓抗药性产生，开发新型低毒高效杀菌剂以及及时预警服务；生物防治和免疫诱导技术也需加大研发力度。综合来看，南北锈病的防控需要多部门合作和持续投入：建立全国病情监测与预警体系，推广抗锈病品种，优化高质量栽培制度，以及在国际上开展信息共享和协同研究。通过多学科综合手段，应对气候变化背景下玉米锈病传播的新趋势，是保障中国玉米生产安全的研究重点和挑战方向。

**参考文献：**本报告中信息综合整理自北京市农业农村局、阿格罗媒体、《植物病理学研究》等公开资料。

# 中国玉米普通锈病（*Puccinia sorghi*）研究报告

## 病原学研究

玉米普通锈病由*Puccinia sorghi*（中文名高粱柄锈菌）引起，是一种完全依赖活体寄主的锈病真菌<sup>①</sup>。该病原菌属于担子菌门、担子菌纲、革锈目、锈科，其生活史呈异型循环（heteroecious, macrocyclic）：在玉米上主要产生夏孢子堆和冬孢子堆，而其精子器（pycnia）和孢子腔（aecia）阶段发生在酢浆草（*Oxalis*属）上<sup>① ②</sup>。夏孢子呈黄褐色圆形突起，形态类似铁锈粉末，冬孢子成熟后呈黑褐色椭圆形或棒形。*P. sorghi*只感染玉米（及极少数近缘禾本科植物）和*Oxalis*，脱离寄主即死亡<sup>① ②</sup>，说明其专性寄生性强。与之相比，玉米南方锈病（*P. polysora*）宿主更广，分布更热带。本病在中国已经报告存在多个病原生物型，且易发生毒力变异（见后文“展望与挑战”）。

## 症状分析



玉米普通锈病主要感染玉米叶片，严重时也可波及叶鞘、苞叶甚至雄花<sup>③ ④</sup>。初期在叶片两侧散生或聚生黄白色小斑点，边缘常有黄色晕圈；继而斑点隆起形成黄褐色至红褐色锈状疱斑（夏孢子堆），破裂后散出铁锈色粉状夏孢子<sup>④ ③</sup>。病情进一步加重时，疱斑附近又出现黑色近圆形冬孢子堆，开裂后露出黑褐色粉末。重病株叶片可布满锈斑，叶片失绿、枯黄，植物光合作用下降<sup>④ ③</sup>，导致叶片早衰、整株干枯。若病害发生在扬花吐丝期，可损害授粉和籽粒灌浆，造成籽粒瘪小、不饱满。一般估计中等发生可减产10~30%，病情非常严重时产量损失可达30%以上，有的研究甚至报告产量减损可达50%<sup>③ ⑤</sup>。

## 传播途径

普通锈病主要依靠风吹传播。夏孢子可在田间产生大量传染源，经气流远距离传播，引起新的侵染和多次循环发病<sup>⑥ ⑦</sup>。在春末夏初，田间残株上的冬孢子萌发为担孢子（基孢子），侵染酢浆草产生精子器和孢子腔，继而释放小孢子（aeciospores）再侵染玉米<sup>① ⑧</sup>。这样，酢浆草起到越冬寄主作用，为次年锈病爆发提供初发源。在我国南方高温湿润地区，玉米可连续种植或轮作*Oxalis*丰富，病原可近乎全年累积传播，不需特殊越冬<sup>⑦</sup>；而在北方寒冷地区，田间残体携带的冬孢子或来自南方高空传来的夏孢子，是初侵染的主要来源<sup>⑥</sup>。

7。疾病多在暖湿季节传播扩散，夏季风携带病菌向北迁移，秋季再次加重发病，表现出明显的季节性流行特征。

## 发病机制

*P. sorghi*孢子附着叶面后需有高湿条件（需持续叶面湿润）才能萌发和侵入叶肉。一般认为15℃以上即可萌发<sup>9</sup>，最适繁殖温度约为16~23℃<sup>9</sup>。温度20~30℃、相对湿度95%以上、阴雨连绵时病情最重<sup>10 9</sup>。病原通过气流沉降至叶面，在分生组织附近形成附着器并穿孔，通过气孔或表皮下室进入叶片，在叶肉细胞内形成营养器，吸收宿主养分。侵染后玉米会启动防御反应，如产生反应型细胞凋亡（抵抗型反应）或积累防御化学物质；抗病品种常具备特异性抗性基因（如Rp1等）和数量性抗性，能抑制病原发育<sup>11</sup>。研究表明，玉米对普通锈病的抗性既有主效基因控制（单基因全抗），也有数量性抗性（部分抗性）<sup>11 5</sup>。现代遗传分析定位出多株系中与抗普通锈病有关的QTL位点，如分布于1、5、6、8、10号染色体的候选抗病基因<sup>5</sup>，为培育抗病品种提供了分子育种目标。

## 防治方法

防治玉米普通锈病需要综合措施，针对不同生育阶段采取相应技术：

- **品种选择与轮作**：优先选用抗锈病品种，如已鉴定的抗病遗传背景<sup>5</sup>。避免连作玉米，可与豆类、薯类等非寄主作物轮作，减少田间病原。及时清除和深埋或焚烧残株及Oxalis等寄主植物，以切断传染源<sup>12</sup>。
- **栽培措施**：合理密植、适度疏株以保证通风透光；选早熟品种可略缓病情发生<sup>13 14</sup>。施肥注重增施磷钾、平衡施氮，避免偏施过量氮肥，以增强植株抗病能力<sup>12</sup>。田间保持卫生，雨后及时排水，减少湿度高峰期对病害不利的影响。
- **化学防治**：在病害发生的关键期（通常为拔节至吐丝期）进行叶面药剂喷雾。推荐使用内吸性和触杀性相结合的杀菌剂，如三唑酮、戊唑醇、嘧菌酯、苯醚甲环唑、氟环唑、吡唑醚菌酯等<sup>15 16</sup>。每隔7~10天重复喷施1~2次，关键是发病初期及时用药，可显著抑制菌核扩散<sup>15 17</sup>。喷药时可与叶面肥混用（如氨基酸肥、磷酸二氢钾）以增强效果。注意轮换不同作用机制药剂，预防抗药性产生。
- **生物防治**：利用枯草芽孢杆菌等微生物制剂抑制病原孢子萌发和病斑形成已在部分研究中取得进展<sup>16</sup>。田间可使用含枯草芽孢杆菌的生物农药，提高自然拮抗菌群活性，但目前生物制剂多为辅助手段。应用植保真菌（如草地镰孢菌）或放线菌（如桑黄提取物等）进行拌种或叶面喷雾，有待进一步验证和推广。
- **综合防控策略**：结合气象预报开展监测预警，加强田间巡查，一旦发现初发病斑，立即喷药防控以阻断疫情蔓延。施行“一喷多促”技术，即同时混用杀菌剂、杀虫剂和叶面肥<sup>18 16</sup>。收获后及时深埋病残体降低来年发病风险<sup>12</sup>。通过抗性育种、栽培调控、药剂应用和生物措施相结合的综合防治体系，可在不同生育阶段发挥协同效应，有效控制锈病危害。

## 典型产区案例及挑战与未来方向

近年来，中国玉米主产区锈病危害呈现多发趋势。黄淮海地区以往主要发生南方锈病，但由于高温高湿天气增多，普通锈病也有爆发记录，病害流行风险提高<sup>19 20</sup>。类似地，西南地区夏季雨量充足，亦报告过普通锈病侵染案例。统计表明，随着高产栽培和连阴雨增多，玉米锈病已成为各地普遍关注的主要病害<sup>20</sup>。当下挑战在于：**一是**抗病品种资源有限，现有品种多对南方锈病有一定抵抗，对普通锈病的抗性仍需加强；**二是**病原多样且易变异，新生物型可能突破现有抗性；**三是对**农村种植户的监测预警和培训不足，病害常被误判；**四是**农药使用需要绿色化、精准化，防控成本和抗药性风险凸显。

未来防控工作应着力几点：**一是**加强病原多样性监测和流行病学研究，借助高通量测序和野外采样构建锈病监测网络，为病害预警提供基础数据<sup>21 19</sup>；**二是**加快抗病育种，利用上述QTL位点和抗病基因资源培育高抗新种<sup>5</sup>；**三是**研发新型高效低毒的生防和化学药剂，如植物源杀菌剂和特异性拮抗菌，推广生物农药应用；**四**

是优化种植模式，如精确施肥、轮作与间作等生态调控技术；五是建立完善病害预警信息系统，提高农技人员和农民的病情识别与防控能力。通过科技创新与推广应用相结合，形成抗病种子选育、田间管理、药剂防治、生物拮抗等多手段协同的综合防控体系，才能有效应对中国玉米普通锈病的防控新形势。

**参考文献：**本文内容参考了国内外有关玉米锈病的研究文献和技术资料，如裴振华等（2024）、农药与植保领域报道及农业部发布的防控技术方案等 <sup>1</sup> <sup>4</sup> <sup>3</sup> <sup>22</sup> <sup>7</sup> <sup>15</sup> <sup>5</sup> <sup>19</sup> 等。文中数据和观点均来自上述权威来源。

---

<sup>1</sup> <sup>4</sup> <sup>6</sup> <sup>9</sup> <sup>13</sup> 北京鲜食玉米病虫害类型及防治

[https://pdf.hanspub.org/hjas20241412\\_12182377.pdf](https://pdf.hanspub.org/hjas20241412_12182377.pdf)

<sup>2</sup> <sup>7</sup> <sup>15</sup> 玉米锈病\_介绍及防治-世界农化网-世界农化网

<https://cn.agropages.com/bcc/Bdetail-416.htm>

<sup>3</sup> <sup>10</sup> <sup>12</sup> <sup>14</sup> <sup>17</sup> <sup>20</sup> <sup>22</sup> 玉米锈病的发生与防治 - 农牧世界

<https://agroworld.my/cn/article-details/352-article-25>

<sup>5</sup> CIMMYT-中国特用玉米研究中心在玉米抗普通锈病相关QTL连锁和关联分析的国际合作研究中取得重要进展\_科研动态\_科研管理\_上海市农业科学院作物所

[https://www.saas.sh.cn/zw/kygl/kjdt/content\\_23204](https://www.saas.sh.cn/zw/kygl/kjdt/content_23204)

<sup>8</sup> <sup>11</sup> Puccinia sorghi - Wikipedia

[https://en.wikipedia.org/wiki/Puccinia\\_sorghi](https://en.wikipedia.org/wiki/Puccinia_sorghi)

<sup>16</sup> <sup>19</sup> 2024年玉米重大病虫害防控技术方案

[http://www.moa.gov.cn/ztzl/2024cg/jszd\\_29651/202403/t20240308\\_6450963.htm](http://www.moa.gov.cn/ztzl/2024cg/jszd_29651/202403/t20240308_6450963.htm)

<sup>18</sup> 2023年病虫害情报第八期-政务公开

<https://public.gongyishi.gov.cn/D20X/7835921.jhtml>

<sup>21</sup> 【ANSO联合研究进展】重大跨国作物病害——玉米锈病的传播和致病性变异监测----真菌学与创新技术研究室

[http://mycolab.im.ac.cn/xwdt/sysdt/202412/t20241204\\_502694.html](http://mycolab.im.ac.cn/xwdt/sysdt/202412/t20241204_502694.html)