

DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20241105003

# 野生大豆对疫霉根腐病抗性研究进展

黄超 李月婷 杨子桐 姚瑞 葛家良

(辽宁省农业科学院高粱研究所,沈阳 110161)

**摘要:**大豆疫霉根腐病是一种全生育期均可感染的土传病害,平均每年造成超过1000万t的产量损失。野生大豆是栽培大豆的野生种,具有高蛋白、抗病、抗逆境胁迫等特点,在栽培大豆育种改良中发挥着重要作用。对国内外野生大豆抗疫霉根腐病的研究进展进行综述,总结了大豆疫霉根腐病的防治策略、抗病材料筛选情况,并对抗疫霉根腐病野生大豆育种应用情况进行了展望,以期为解决疫霉根腐病提供新的育种资源和策略。

**关键词:**野生大豆;疫霉根腐病;抗性

## Research Progress on Resistance of Wild Soybean to Phytophthora Root Rot

HUANG Chao, LI Yueting, YANG Zitong, YAO Rui, GE Jialiang

(Sorghum Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161)

大豆是重要的粮食作物,而大豆疫霉根腐病是世界范围内严重影响其生产的主要病害之一。该病为土传病害,离开寄主后也能以厚垣孢子的形式在土壤中存活,目前种植抗病品种是防治该病最为经济的方式。而野生大豆可提供新的抗病资源和挖掘新的抗病基因以满足育种需求。

### 1 大豆疫霉根腐病

**1.1 大豆疫霉菌的特征** 大豆疫霉菌(*Phytophthora sojae*)是一种土传卵菌,它离开寄主后可以以厚垣孢子的形式存在于土壤中,并在温度和湿度适宜时释放孢子进行侵染<sup>[1]</sup>。该菌适宜温度为25~30℃,易发生于排水不良的积水与洪涝处。同时可感染大豆整个生长时期<sup>[2]</sup>,以菌丝形式存在于根茎中,根据感染的时间不同,病害程度有明显的差异。当病原菌在种子出芽前侵染,可导致种子腐烂和幼苗枯萎;在后期侵染时,主要症状是根部腐烂、茎部出现褐色病变、叶片变黄、枯萎,最终导致植株死亡。

**1.2 大豆疫霉根腐病的起源、分布和危害** 大豆是重要的粮食作物,而大豆疫霉根腐病是世界范围内严重影响其生产的主要病害之一。1948年在美国印第安纳州首次发现了大豆疫霉根腐病,1955年在美国伊利诺伊州被首次报道,随后在澳大利亚、阿根廷、匈牙利、巴西、中国、日本、加拿大和韩国等大豆产区均有发生。该病在美国每年造成经济损失可达2.5亿美元<sup>[3]</sup>,平均每年造成超过1000万t的产量损失<sup>[4]</sup>。我国最早于1989年在黑龙江发现大豆疫霉根腐病。近些年疫霉根腐病在国内发展日趋严重,发病范围迅速扩大。该病生活力顽强,可感染大豆的各个生育期,多途径传播,防治困难,易产生抗药性且很难根除,严重影响了大豆的产量。

基金项目:国家作物种质资源库—辽宁分库运行服务(NCGRC-2023-53)

**1.3 大豆疫霉根腐病的防治措施** 大豆疫霉根腐病是一种全生育期均可感染的土传病害,因此需要探究长期有效的防治方法,目前的防治措施主要采用以下4种。

**1.3.1 化学防治** 喷施化学药剂是最快速高效的防治方法。如种衣剂和种子处理方法,可以有效防治苗期发生疫霉根腐病。目前防治的化学药剂主要使用甲霜灵、精甲霜灵和噁霜灵等,一般采用药剂拌种,但易造成致病菌产生抗药性,导致防治效果下降。不同作用机制的农药混合或交替使用,可以降低病菌的抗药性,有效控制病情。同时也应注意由于使用化学药剂对环境保护造成的影响。

**1.3.2 栽培管理策略** 疫霉根腐病作为一种土传病害,其防治可通过栽培管理措施来优化土壤环境,从而抑制病菌的生长。具体方法包括调控播种期的土壤湿度,加强土壤排水系统<sup>[5]</sup>,以及采用高垄栽培等农业技术手段来减少病害的发生等。相反,某些栽培措施可能会加剧该病害的流行,比如与传统耕作模式相比,免耕法可能导致土壤中的疫霉根腐病发病率上升<sup>[6]</sup>。此外,研究表明,施用氯化钾肥料会增加大豆幼苗对疫霉根腐病的感染概率<sup>[7]</sup>。

**1.3.3 生物防治** 生物防治较化学防治更为绿色环保,生物防治剂不仅能够控制病情,还能促进作物的生长。目前应用的生物农药有“818”发酵液、Harpins蛋白、嗜线虫杆菌、亮盾种衣剂等。申宏波等<sup>[8]</sup>比较了不同类型生物农药的防治效果,发现Harpins蛋白(45mg/L)防治效果最好;其次是“818”发酵液。生物制剂防治效果较慢,且易受环境影响,生产上不能完全依赖生物防治来控制病害。

**1.3.4 选育抗病品种** 目前,种植抗病品种是防治疫霉根腐病最为经济的方式。随着分子生物学技术的发展,利用单基因抗性(*Rps*)育种成为培育抗病品种的新方法<sup>[9]</sup>。合丰50

号、东农49、登科1号、齐农5号和嫩丰13号是目前在实际生产上应用较多的抗病品种。大豆与疫霉菌的相互作用符合“基因对基因”的假说，抗病基因可完全抵抗病害，但疫霉菌的病原变异性高，易导致抗病品种抗性丧失。

从以上防治策略可以看出，单一的防控措施并不能完全控制疫霉根腐病，需结合多方面综合防控，才能保证病原菌的发生及蔓延得到有效控制。

## 2 野生大豆抗疫霉根腐病抗性研究

**2.1 野生大豆抗性材料筛选** 虽然目前存在着抗疫霉根腐病的栽培大豆品种，但品种的单一化易导致大豆品种抗体多样性的降低，而我国存在着丰富的野生大豆资源，挖掘其抗病资源为选育抗疫霉根腐病品种提供了新思路。前人对野生资源进行了大量的筛选，发现了优质抗病野生资源。Pazdernik等<sup>[9]</sup>使用大豆疫霉菌3号小种对430份野生大豆资源进行评价，约5%的资源接种后存活率在75%以上。霍云龙等<sup>[10]</sup>使用大豆疫霉菌USAR1菌株对来自21个地区的412份野生大豆资源进行评价，筛选出13.7%的野生大豆抗病资源，其中安徽省的抗病资源最多。靳立梅等<sup>[11]</sup>使用大豆疫霉菌1号小种对我国19个地区的415份野生大豆资源进行评价，筛选出96份抗病资源，其中四川、河南、内蒙古和浙江的抗病资源较多。张淑珍等<sup>[12]</sup>使用大豆疫霉菌1号小种对40份野生大豆进行鉴定，其中12份材料表现出抗病。任海龙等<sup>[13]</sup>使用疫霉菌株Pm14对273份野生大豆资源采用下胚轴创伤接种法进行评价，其中3.30%的野生大豆表现抗病。钟超等<sup>[14]</sup>使用疫霉菌株PSJS2和PS41-1对104份野生大豆采用子叶贴菌块法进行评价，其中35份抗PSJS2,33份抗PS41-1,17份同时抗两个菌株。刘森等<sup>[15]</sup>使用大豆疫霉菌1号生理小种对620份黑龙江野生大豆采用离体叶片接种法进行评价，获得抗病资源55份，并对1号生理小种抗病资源进行3号、4号生理小种抗病性鉴定，获得抗3号生理小种资源52份、抗4号生理小种资源62份。

**2.2 病原菌接种方法** 大豆疫霉根腐病抗性鉴定的方法有多种，不同生长阶段接种方法也不同，如土壤拌菌法、田间病圃法、下胚轴创伤接种法、黄化苗下胚轴接种法、离体叶片接种法、萎期病原孢子法、游动孢子悬浮液接种法、游动孢子水培循环法、匀浆注射法等。

**2.3 野生大豆抗性基因挖掘** 前人对栽培大豆的抗病基因研究方面已较为深入，并取得较大进展，但对于野生大豆抗病基因的研究较少。刘建新等<sup>[16]</sup>利用全基因组关联分析，鉴定到1个抗性候选基因DYRK2。对18份野生大豆资源进行抗病鉴定，鉴定出1份1级抗病材料，12份2级抗病材料，3份3级抗病材料。分析发现野生大豆材料基因的表达量与腐霉根腐病抗性有较明显的正相关性，DYRK2基因的表达量越高，抗病性越强，说明DYRK2基因可能是野生大豆抗腐霉根腐病的相关基因。利用QTL定位和单基因抗性位点结合选育大豆疫霉根腐病抗性品种，将成为未来抗病育种的重要部分。

## 3 结论与展望

疫霉根腐病在国内传播愈发严重，而栽培大豆中抗性品种有限，因此急需开展优异抗病种质资源的鉴定，挖掘新的抗病基因，选育出稳定抗病的新种质资源，提高大豆疫霉根腐病的防治效果，提升大豆产量。

野生大豆是栽培大豆的野生种，两者有着相同的遗传背

景，具有高蛋白、抗逆境胁迫等特点，且与栽培大豆不存在生殖隔离，可以与其杂交，在大豆育种改良中发挥了重要作用。利用野生大豆挖掘出来的抗病基因进行分子标记设计或分子标记辅助育种，可以缩短育种时间，满足市场对抗病品种的需求。也可以通过基因编辑技术实现对栽培大豆的定向改良，提升品质。挖掘野生大豆抗病基因是抗病育种的基础和关键，但目前野生大豆在疫霉根腐病抗病基因挖掘方面研究较少，一是野生资源采集不易，难以获得大量试验材料；二是目前野生大豆作为抗病种质资源没有得到足够重视，关注度不足。关于如何挖掘野生大豆应用于大豆抗病育种的潜力，还需要一个漫长的发展过程。

## 参考文献

- 王成孝. 大豆疫霉根腐病的防治对策. 农村实用科技信息, 2014 (10):22
- Dorrance A E. Management of *Phytophthora sojae* of Soybean: a review and future perspectives. Canadian Journal of Plant Pathology, 2018, 40, 210–219
- Wrather A, Shannon G, Balardin R, Carregal L, Escobar R, Gupta G K, Ma Z, Morel W, Ploper D, Tenuta A. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. Plant Health Progress, 2010, 11 (1), 29
- Bradley C A, Allen T W, Sisson A J, Bergstrom G C, Wise K. Soybean yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2015 to 2019. Plant Health Progress, 2021, 22 (4):483–495
- 代瑞平,刘海. 大豆疫霉根腐病研究进展. 大豆科技, 2011 (1):20–22, 26
- Workneh F, Yang X B, Tylka G L. Effect of tillage practices on vertical distribution of *Phytophthora sojae*. Plant Disease, 1998, 82: 1258–1263
- Canaday C H, Schmitthenner A F. Effects of chloride and ammonium salts on the incidence of phytophthora root and stem rot of soybean. Plant Disease, 2010, 94: 758–765
- 申宏波,姚文秋,于永梅,丁俊杰,顾鑫,杨晓贺,赵海红,文景芝. 不同类型生物农药对大豆疫霉根腐病的防治效果. 大豆科学, 2011, 30 (6): 1054–1056
- Pazdernik D L, Hartman G L, Huang Y H, Hymowitz T. A greenhouse technique for assessing phytophthora root rot resistance in *Glycine max* and *G. soja*. Plant Disease, 1997, 81 (10): 1112–1114
- 霍云龙,朱振东,李向华,黄俊斌,武小菲. 抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源的初步筛选. 植物遗传资源学报, 2005, 6 (2): 182–185
- 靳立梅,徐鹏飞,吴俊江,李文滨,邱丽娟,常汝镇,陈维元,于安亮,王金生,南海洋,陈晨,韩英鹏,陈艳秋,丁广洲,张淑珍. 野生大豆种质资源对大豆疫霉根腐病抗性评价. 大豆科学, 2007, 26 (3): 300–304
- 张淑珍,徐鹏飞,靳立梅,陈维元,吴俊江,李文滨,陈晨. 野生大豆对大豆疫霉根腐病抗感反应及聚类分析. 东北农业大学学报, 2009, 40 (11): 1–6
- 任海龙,宋恩亮,马启彬,杨存义,王瑞鹏,马天翔,唐玉娟,年海. 南方三省(区)抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源的筛选. 大豆科学, 2010, 29 (6): 1012–1015
- 钟超,李银萍,孙素丽,刘章雄,邱丽娟,朱振东. 野生大豆资源对大豆疫病抗病性和耐病性鉴定. 植物遗传资源学报, 2015, 16 (4): 684–690
- 刘森,来永才,李炜,徐鹏飞,毕影东,刘明,王玲,邸树峰,丁俊男. 黑龙江省野生大豆疫霉根腐病抗病性评价. 中国种业, 2017 (8): 53–56
- 刘建新,郭新宇,马乐,杨光,毕影东,樊超,刘森,张忠林. 腐霉根腐病抗性候选基因GsDYRK2研究及大豆DYRK基因生物信息学分析. 大豆科学, 2022, 41 (3): 281–287

(收稿日期:2024-11-05)