

我国苜蓿病害研究进展

袁庆华

(中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100094)

摘要 综述了我国苜蓿主要病害的分布和危害、病原学、发生规律、抗性种质材料的遗传筛选和鉴定及综合防治等方面的主要研究进展,并提出了今后的研究方向和发展目标。

关键词 苜蓿病害; 发生; 抗病性; 综合治理

中图分类号 S 435.4

Advances in alfalfa diseases in China

Yuan Qinghua

(Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract The advances in the research of alfalfa diseases in China were reviewed in this paper, including the distribution, damages, pathogens and epidemiology of the important diseases in alfalfa. The resistance screening of alfalfa germplasm, integrated management of alfalfa diseases, and the future needs in alfalfa disease research, were discussed as well.

Key words alfalfa disease; occurrence; resistance; IPM

苜蓿是全世界最重要的豆科牧草,被誉为“牧草之王”。目前我国的苜蓿种植面积居各种牧草之首,达 133 万 hm^2 。就苜蓿种植面积而论,我国居世界第 6 位^[1]。近几年来,随着我国草地畜牧业的发展和农业产业结构调整,苜蓿的种植面积进一步扩大,而病害问题日益引起生产者的重视。

我国苜蓿主要产区西北、东北和华北都存在较严重的苜蓿病害^[2-3]。新疆豆科牧草病害大约有 93 种,其中苜蓿病害约 25 种;甘肃苜蓿病害有 32 种;宁夏豆科牧草病害有 34 种,其中苜蓿病害有 15 种;内蒙古苜蓿病害约 18 种;吉林和黑龙江苜蓿病害约 19 种。在南方地区,虽然苜蓿种植面积不大,但苜蓿病害较为严重。云南豆科牧草病害有 73 种,其中苜蓿病害就有 20 种;江苏苜蓿病害约 17 种。

苜蓿病害是由病原真菌、细菌、病毒等多种病原体所引起的,受害最大的部位是叶部和根部,通常称为叶部和根部病害。叶部和根部病害几乎在我国苜蓿种植区均有发生。据不完全统计,全国的苜蓿病害大约有 90 种。苜蓿病害可使牧草产量大幅度减少,牧草营养成分降低,适口性下降,严重影响苜

蓿的产量和饲用价值。

在过去的几十年里,我国牧草病理学研究者做了大量的研究工作,对一些重要的苜蓿病害进行了深入而系统的研究,在病害的病原学、发病规律、致病机理、防治措施等方面进行了广泛的探讨,并取得了可喜的进展。

1 苜蓿病害的分布及危害

1.1 西北地区

西北地区是我国的主要苜蓿产区,苜蓿病害的相关研究工作开展较多,对苜蓿病害的种类和危害程度有较多了解。南志标在新疆阿勒泰地区的研究表明,苜蓿丛枝病造成裸地面积达 32%,单株鲜重减少 37.9%^[4]。刘若在甘肃河西地区苜蓿霜霉病害的田间调查发现,霜霉病发病率达 48.5%,产草量减少 35.5%~57.5%^[5]。侯天爵的研究发现,霜霉病对苜蓿幼苗的生长和根瘤的数量有显著影响,感病株幼苗高度比健株降低 42.6%~52.2%,根鲜重减少 75%,根瘤的数量减少 54%^[6]。据苏生昌报道,苜蓿褐斑病在北疆的病叶率为 54.7%~100%,

病指数为 16.8%~90.1%^[7]。据刘若等专家报道,在甘肃祁连地区苜蓿褐斑病发生严重,落叶率达 50%以上,牧草减少 15%~40%,种子减产 25%~57%,粗蛋白质含量下降 16%,可消化率下降 14%左右^[5]。王雪薇和时永杰对新疆和甘肃的苜蓿白粉病的田间调查得知,重病地苜蓿白粉病的发病率达 90%以上,感病苜蓿与健株相比较,消化率下降 14%,粗蛋白减少 16%,产量降低 30%~40%,种子减产 41%~50%。苜蓿锈病也是西部地区的主要病害之一,严重发生时病叶的鲜重比健叶减少 44%,粗蛋白减少 18.2%,粗纤维增加 14.83%,病草的适口性下降^[8]。苜蓿根腐病是限制苜蓿生产的主要因素,根腐病可造成苜蓿死亡率达 60.08%~73.45%^[9-10]。商文静在宁夏的田间调查发现,苜蓿花叶病发病率在 50%以上,部分地区发病率达 90%以上^[11]。

1.2 华北地区

随着农业产业结构的调整,近年来华北地区苜蓿种植面积不断扩大,然而对该地区苜蓿病害的种类、分布及危害尚缺少深入系统的研究。一些初步的调查表明,华北地区苜蓿病害同样十分严重。笔者于 1998 年在北京房山地区苜蓿种植区进行田间病害调查,苜蓿霜霉病发病率达 70%以上,重病地可达 90%以上,牧草减产 30%~50%。通过近几年对北京及周边地区苜蓿田间褐斑病的调查,发现重病地苜蓿褐斑病发病率可达 80%以上,落叶率达 60%以上,减产 40%~60%^[12]。张文淑等对中国农业科学院畜牧研究所试验地内的 140 个苜蓿品种进行了花叶病的调查,发现其中有 85 个感病品种,病株率均在 20%以上,病害严重度达 50%~100%,鲜草损失率达 10%以上,种子减产 40%^[13]。

1.3 东北地区

东北是我国苜蓿的主要产区之一,但有关苜蓿病害的研究资料比较缺乏。戚佩坤曾在所编制的吉林省牧草病害名录中介绍了苜蓿的主要病害。陈申宽对内蒙古扎兰屯市苜蓿褐斑病的田间调查研究表明,发病严重的苜蓿植株下部 1/3 处叶片全部脱落,病株较健株叶片重量下降 12.5%。笔者 1999 年对吉林省农业科学院牧草试验地内苜蓿的调查发现,公农 2 号苜蓿褐斑病发病率在 30%以上,落叶率达 10.5%~25%。陈雅君对黑龙江省 8 个地区的紫花苜蓿根部病害进行了田间

调查研究,发现根腐病在苜蓿中的发生很普遍,重病地块发病率达 92%,其主要致病菌是镰刀菌和丝核菌^[14]。

2 苜蓿病害的病原、发病规律及环境因素

我国在主要苜蓿病害的病原学研究和鉴定上做了部分研究工作,并对主要病原菌的形态特征,生物学特性,培养性状及引致的病害症状做了较深入的研究。如袁庆华等对苜蓿褐斑病病原菌的生物学特性做了系统的试验研究证明,苜蓿假盘菌在 V-8 培养基上子囊孢子萌发的最适温度为 15~20℃,最适 pH 为 5,芽管生长的最适生长温度是 20℃^[12]。李万苍等研究了不同温度、湿度、pH、光照及营养对苜蓿根腐病菌(*Fusarium solani*)生长、产孢和孢子萌发的影响,结果得知,镰刀根腐菌菌丝生长的最适温度为 20~28℃,孢子萌发的最适温度 25~32℃;菌丝生长最适 pH 5~9,分生孢子产生和萌发最适 pH 6~7,分生孢子在饱和湿度或水滴中萌发快,相对湿度低于 85%时不能萌发,光照处理对该菌生长无显著影响^[15]。近年来,随着生物技术的应用,少数研究者还采用分子标记技术对病原菌进行鉴定^[16]。

许多研究者在苜蓿病害的发病规律及环境因素对病害发生的影响上做了大量工作。在田间条件下,苜蓿褐斑病发生最适宜环境是温暖而潮湿的天气,相对湿度达 98%以上,温度在 15~25℃时,几天之内就会造成病害流行^[12]。研究还发现,在合适温度和湿度条件下,子囊孢子需经过 20~25 d 的生长发育,才能形成成熟的子囊盘^[12]。一个成熟的子囊盘需经过 8~15 d,子囊孢子才基本释放完毕^[7]。

关于苜蓿锈病的发生规律和影响因素国内有许多研究报道^[1,17-18]。在田间条件下,多湿有雾,植株表面常有液态水,气温在 16~26℃时,有利于夏孢子萌发和侵入,易造成锈病的流行。锈病发生的高峰期出现的早晚,以及病害发生的严重程度,主要与当年降雨量显著相关,降雨量大、且分布较均匀的年份,病害高峰期出现较早,病害发生严重,反之则相反。研究者们还对苜蓿锈病的寄主范围和转主寄主进行了较深入的研究^[17-18],表明苜蓿锈菌除能寄生苜蓿属的植物外,还可寄生在扁蓿豆、白三叶和野火球等植物上,苜蓿锈病的转主寄主是乳浆大戟,感染锈菌的乳浆大戟是我国北方苜蓿早期发病的初侵染

来源,因此铲除苜蓿田周围的大戟是防治苜蓿锈病的重要措施之一。

关于苜蓿霜霉病的发生规律及影响因素的研究,国内也做了许多研究工作^[4,19]。在田间条件下,当温度在16~18℃,相对湿度大于97%,最有利于苜蓿霜霉菌孢子的生长,病害大发生。也有研究者认为,即使在干燥温暖的地区,如果有连续数日的小雨、结露和大雾,同样可造成霜霉病的流行。在田间,霜霉菌的孢子借助于风和雨水的飞溅而传播到健株上,并在植株表面的液态水中萌发,以芽管从气孔侵入或产生吸器直接侵入植物体内。病菌靠菌丝体在根茎内渡过逆境,也可以卵孢子越冬,成为翌年的初侵染源。

苜蓿根腐病的发生和流行受多种因素的影响,主要包括病菌的初侵染源的数量、土壤温度、土壤持水量及苜蓿品种对病害的耐受能力等^[9,20]。苜蓿根腐菌均为土壤习居菌,主要以菌丝体、厚垣孢子和菌核在土壤和土壤中的病残体上存活。丝核菌的菌核和镰刀菌的厚垣孢子均可在土壤中存活多年,这些病原体(菌丝体、厚垣孢子、菌核)是根腐病的主要初侵染来源^[20]。国外研究者报道镰刀菌可侵入苜蓿种子,以种子传播,国内这方面未见报道。苜蓿根腐病的发生和流行最关键的影响因素是土壤温度和土壤湿度,它们不仅影响病菌的生长发育,而且对寄主的生长,病原菌与寄主之间的相互作用都有显著的影响。

关于苜蓿花叶病的侵染、传播,国内外也有文献报道^[13,21]。许多研究结果表明,苜蓿花叶病毒靠汁液或蚜虫传播,种子也是带毒者,是新建草地重要的毒源。另外,受病毒感染的植株将成为终生传毒者。所以,对于苜蓿花叶病毒应严格进行种子检疫,田间发现病株应连根挖出,以减少毒源,控制此病的传播。苜蓿花叶病毒最适发病温度为16~26℃,超过26℃后出现隐症现象。如该病在北京地区一般4月中、下旬开始出现症状,到6月份以后症状消失^[13]。

综上所述,苜蓿不同病害的发病条件、初侵染源、发病过程、病害的侵染循环规律,引起的症状和造成的损失等差异很大,任何一种病害的发生和发展都受4个方面因素的影响,即:环境、病原物、寄主和人为因素。针对具体的某一种病害,确定其主要影响因素,是病害防治的关键所在。

3 苜蓿种质资源抗病遗传与育种研究

抗病育种是最有前途的病害防治方法,已经在世界范围内受到越来越多的重视。近年来北美的研究者在苜蓿抗病遗传资源筛选中取得了明显的进展,例如美国科学家通过活体叶和茎的接种技术,从Delta品种中筛选出了第一个抗三叶草核盘菌的苜蓿种质材料MSR。我国的苜蓿地方品种、引进品种及育成品种数量不少,种质资源丰富,开展苜蓿抗病性筛选具有重要意义。

近几年,我国研究者在该领域也有明显的研究进展。在苜蓿褐斑病抗性鉴定与评价上做了一些研究^[22],首先从接种方法的选择入手,评价接种效果的可靠性,以便进一步评价不同苜蓿品种对褐斑病的抗性。苜蓿褐斑病传统上是采用整株接种及田间自然传染来评价,这种方法往往受到时间、地点、规模及接种效果等因素的限制,很难达到令人满意的结果。作者在苜蓿褐斑病抗性评价上采用离体叶片接种技术,结果表明比传统的整株鉴定效率高,结果可靠^[23]。另一方面,通过表型、基因型、生理生化及分子标记等手段选择抗病的苜蓿种质材料,在实验室条件下对国内外收集的250份苜蓿种质材料幼苗对褐斑病的抗性进行了筛选和评价,结果表明,苜蓿种质材料的抗病性存在很大差异,叶片病指数在4.1%~73%之间变化,其中高抗品种中的45份均来自国外,国内无一高抗品种,说明我国在苜蓿抗褐斑病品种的选育上与国外相比,差距较大,今后应特别重视抗病育种,选育出我国自己培育的抗病品种^[22]。同时,又对其中的5个品种(病指数在13.48%~33.68%)做进一步研究,从每个品种600株苗中用离体叶片接种,每一单株均经过6次接种选择,分别从每个品种中选出最抗的、最感的单株,进行分子标记(RAPD),已发现在所筛选的160个10碱基随机引物中,存在有与苜蓿褐斑病的抗性基因连锁的RAPD标记(OPC19/1000)^[16]。对苜蓿褐斑病抗、感材料的3种酶(PPO、POD、SOD)活性及同工酶测定表明,抗性材料比感病材料酶活性高,酶带丰富^[24]。

南志标在田间条件下对苜蓿的103个品种进行了抗锈性评价,结果表明,苜蓿受锈病侵染后,牧草产量显著下降,与健株相比下降率44%,粗蛋白下降18.28%。不同苜蓿品种对锈病的抗性差异明显。而且在研究中发现,同一品种内不同株之间病

情差异较大,如富平及抗旱2个苜蓿品种不同群体间反应型和病指数均差异大,说明同一品种内,不同株间抗性基因型存在差异,可利用单株选育法、分子标记法选育,进行抗锈育种,以提高品种的抗锈性。有研究者认为,苜蓿对锈病的抗性与染色体数目有关,染色体数目为16的是高度抗锈品种^[25]。

苜蓿对霜霉病抗性的评价和鉴定,我国研究者也做了大量工作^[5,19,26]。这些研究包括田间条件下苜蓿品种对霜霉病的抗性评价^[19],室内人工接种鉴定等^[26]。中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所于1998年选育出我国第一个抗苜蓿霜霉病的新品种中兰一号。该品种对霜霉病的抗性较强;无病枝率达95%~100%,比对照品种增产22.4%~39.9%。闵继淳等对新牧二号紫花苜蓿进行苗期抗霜霉病的研究,与新疆大叶苜蓿相比,其发病率和病情指数分别比对照低20.5%和2.7%。苜蓿对霜霉病的抗性遗传是由多基因控制的,抗性基因选育较难。研究者们认为,苜蓿中有大量的抗性种质资源存在,苜蓿种质材料的抗病性与种质来源有关^[19],也与苜蓿霜霉菌的高度寄生专化性有关。

关于苜蓿其他叶部和根部病害种质资源的抗性评价与鉴定,国内还未见有详细的研究报道。主要的工作是放在病原的鉴定和病情的田间调查上,而有关抗病性鉴定方法、苜蓿品种资源抗性表现的评价、环境条件对苜蓿品种抗性表现的影响等研究工作,目前尚属空白。

4 综合治理研究进展

苜蓿叶部病害中有许多是重要病害,如苜蓿褐斑病,霜霉病,锈病,各种叶斑病等。这些病菌都可在苜蓿的根茎内或病株残体上越冬,是主要的初侵染源,在田间主要靠气流、风和雨水传播病菌,可反复多次侵染,是造成病害大流行的主要原因。所以,靠单一的化学防治或栽培措施,难以达到期待的防治效果。另外,一些重要病菌均是专性寄生菌,如霜霉菌、锈菌、白粉菌等,对寄主有高度专化性,对这类病害最理想的防治措施是抗病品种的选育和利用。目前,我国已培育出苜蓿抗霜霉病的品种,有望在不久的将来,会有更多抗病性品种被培育出来。

苜蓿根腐病是一种典型的土传病害,病原种类较多。病原菌中有来自土壤和病残体的丝核菌,还有来自种子、土壤和病株残体的镰刀菌,并且镰刀菌

中又有许多种可侵染苜蓿植株引起根颈腐烂。另外,苜蓿根腐病菌可在苗期从根部侵入,也可在成株期从根部直接或从伤口侵入,所以使用化学防治均无法有效控制此病的发生。因此,防治该病应以选育和利用抗病品种为基础,并通过增施有机肥料、磷肥和钾肥、增加土壤中的碳、氮比、改善土壤排水条件、多品种布局、与其他禾本科牧草轮作等,建立综合防治技术体系。这样,可以有效地控制根腐病的发生,并已在近年的根腐病防治上发挥了重要的作用。

5 小结

我国西北、东北和华北等苜蓿主要产区有较严重的病害发生,主要有褐斑病、霜霉病、锈病、白粉病、根腐病和一些叶部病害。褐斑病的发生最为普遍,在各地均有发生。锈病发生也较普遍,尤其在北方温暖潮湿地区危害严重。霜霉病主要发生在潮湿地区,白粉病主要发生在干旱地区,而根腐病主要发生在高寒地区。各种病害在苜蓿上造成的产量损失大约在15%~70%。防治上应采用综合防治,化学防治能造成环境污染,长期使用易产生抗药性,选育和培育抗病品种是防治的重要手段。

根据我国苜蓿病害研究的现状和趋势,提出如下建议:

(1)加强苜蓿病害的深入调查和研究。应有针对性地对我国苜蓿主要生产区的病害进行深入而系统的调查,查明各地区一些主要的病害、未发现的病害、国内还没报道的病害。并有针对性地对危害性大的病害进行综合防治技术的研究,对未知的或不熟悉的病害进行病原学和发生规律的研究。

(2)重视对苜蓿草收获后储存阶段病害的研究。随着苜蓿产业化发展,牧草收获后草产品的储藏过程中,受多种腐生菌的侵害,其造成的损失巨大,不仅降低苜蓿品质,而且,真菌孢子可引起家畜和饲养人员的呼吸道疾病,这一点已经引起国外研究者的重视,而我国对苜蓿收获后真菌病害的防治研究,尤其是抗真菌种质资源研究尚属空白,今后应重点加强这方面的研究工作。

(3)重视苜蓿品种抗病机理的研究,为抗病品种选育提供依据。目前我国苜蓿主要病害的研究主要集中在病原的田间调查和品种抗性评价上,而在苜蓿主要病害的抗性机制方面,未进行系统的研究。

今后要有重点地开展这方面的工作,明确与抗性密切相关的关键性化学物质及其作用方式。

(4)加强苜蓿抗病遗传与育种研究。与发达国家相比,我国在该研究领域差距甚大,研究积累极其有限,对我国主要苜蓿品种资源抗病害的遗传基础尚不清楚,因此急需开展此研究工作,为今后利用分子标记进行抗性辅助育种奠定理论基础。

(5)加强苜蓿病害的检疫工作。目前我国尚未发现的主要苜蓿病害有苜蓿细菌性凋萎病(*Corynebacterium insidiosum*)和苜蓿疫霉根腐病(*Phytophthora megasperma*)等。苜蓿细菌性凋萎病于1924年首次在美国发现,后在加拿大、欧洲、前苏联、南美和澳大利亚等国家和地区先后报道此病。它是一种毁灭性的病害,据加拿大、前苏联报道^[1],此病可使牧草减产57.7%,种子减产54%,荚果减产41%,是我国重要的检疫对象。苜蓿疫霉根腐病也是重要的检疫对象,严重时造成植株死亡达30%~60%,应引起高度重视,严格控制这些危险性病害的传入。

参考文献

- [1] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京:中国农业出版社,1995:114-130.
- [2] 南志标,李春杰. 中国牧草真菌病害名录[J]. 草业科学,1994,增刊:25-28.
- [3] 尹俊. 云南牧草有害生物[M]. 云南:云南科技出版社,1996.
- [4] 南志标,员宝华. 新疆阿勒泰地区苜蓿病害[J]. 草业科学,1994,11(4):14-18.
- [5] 刘若. 苜蓿霜霉病的调查研究[J]. 甘肃农业大学学报,1976(3):1-5.
- [6] 候天爵,周淑清. 霜霉病对苜蓿幼苗生长和结瘤的影响[J]. 中国草地,1997,2:52-54.
- [7] 苏生昌,王雪薇,王纯利,等. 苜蓿褐斑病在新疆的发生[J]. 草业科学,1997,14(5):31-33.
- [8] 南志标. 锈病对紫花苜蓿营养成分的影响[J]. 中国草原与牧草,1985,3(2):33-36.
- [9] 陈耀,闵继淳,肖凤,等. 新疆苜蓿根腐病研究初报[J]. 中国草地,1989(2):71-73.
- [10] 王雪薇,喻宁莉,马德成. 新疆苜蓿病害种类和分布的初步研究[J]. 草业学报,1998,7(2):48-52.
- [11] 商文静. 宁夏紫花苜蓿叶部病害调查和病原菌鉴定[J]. 草业科学,1997,14(1):23-25.
- [12] 袁庆华,李向林,张文淑. 苜蓿假盘菌及其生物学特性的研究[J]. 植物保护,2001,27(1):8-12.
- [13] 张文淑,李翠英. The investigation and research of alfalfa mosaic virus[J]. NAAIC, 1994, 114.
- [14] 陈雅君,崔国文. 黑龙江省苜蓿根腐病调查及病原分离[J]. 中国草地,2001,23(3):78-79.
- [15] 李万苍,李文明,孟有儒. 苜蓿根腐病菌(*Fusarium solani*)生物学特性研究[J]. 草业学报,2005,14(4):106-110.
- [16] 桂枝,袁庆华. 抗褐斑病苜蓿 RAPD 多态性研究[J]. 草地学报,2002,10(4):266-270.
- [17] 候天爵,白儒,李守海,等. 中国北方苜蓿锈病发生与乳浆大戟的关系[J]. 中国草地,1994,4:47-50.
- [18] 刘爱萍,候天爵. 苜蓿锈病寄主范围研究[J]. 中国草地,1999,1:49-50.
- [19] 李春杰,南志标,王彦荣,等. 高山草原条件下苜蓿种质抗霜霉性评价[J]. 草业学报,2000,9(4):44-51.
- [20] 陈雅君,刘学敏,崔国文,等. 紫花苜蓿根腐病的研究进展[J]. 中国草地,2000,22(1):51-56.
- [21] FRISHEISER F I. Alfalfa mosaic virus transmission to seed through alfalfa gametes and longevity in alfalfa seed[J]. Phytopathology, 1974, 64:102-105.
- [22] 袁庆华,张文淑. 苜蓿对褐斑病抗性筛选研究[J]. 草业学报,2000,9(4):52-58.
- [23] 袁庆华,张文淑,李敏. 苜蓿褐斑病的离体叶接种研究[J]. 草地学报,2001,9(1):10-12.
- [24] 袁庆华,桂枝,张文淑. 苜蓿抗感褐斑病品种内超氧化物歧化酶、过氧化物酶和多酚氧化酶活性的比较[J]. 草业学报,2002,11(2):100-104.
- [25] KOEPPER J M. Relative resistance of alfalfa species and varieties to rust caused by *Uromyces striatus*[J]. Phytopathology, 1942, 32:1048-1057.
- [26] 候天爵,周淑清,马振宇,等. 苜蓿霜霉病的室内接种鉴定[J]. 草与畜杂志,1989,增刊:269-272.