

# 中国南方紫花苜蓿引种适应性研究进展

林丽秀<sup>1</sup>, 白史且<sup>1,2\*</sup>, 张新全<sup>1</sup>, 张玉<sup>2</sup>

(1. 四川农业大学动物科技学院草业科学系, 四川雅安 625014; 2. 四川省草原科学研究院, 四川成都 611731)

**摘要** 主要对苜蓿在南方引种适应性的研究作了概述, 着重指出了紫花苜蓿在中国南方种植面临的高温、高湿、酸性土壤以及病虫害等问题, 并为苜蓿南方引种提出了相关建议。

**关键词** 紫花苜蓿; 秋眠性; 耐热性; 抗涝性; 抗病虫性; 土壤

中图分类号 S541 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)23-07159-03

## Research Progress of Alfalfa Introduction Adaptability in Southern China

LIN Li-xiu (Department of Grassland Science, College of Animal Science and Technology; Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014)

**Abstract** Research on introduction adaptability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in southern China was reviewed. Problems for alfalfa planting in southern China were pointed out such as high temperature, high humidity, acid soil and diseases and pest. Correlative suggestions for alfalfa introduction in southern China were put forward.

**Key words** Alfalfa; Fall dormancy; Heat tolerance; Flood resistance; Disease and pest resistance; Soil

紫花苜蓿 (*medicago sativa* L.) 属多年生宿根性草本植物, 喜温暖半干燥气候, 气候温暖、昼夜温差大对其生长有利, 生长最适日均温度为 15~21℃。生长期最忌土壤积水、涝害严重, 所以适宜生长地区年降雨量 300~800 mm, 最高不要超过 1000 mm。苜蓿生长最适宜的土壤为沙壤土和壤土, 适宜的 pH 值范围是 7~8。南方地区高湿、高热以及酸性土壤的自然环境是紫花苜蓿南方引种困难的主要因素之一。所以, 近年来有关苜蓿抗湿、耐热、耐酸性土壤的研究一直是苜蓿南方引种的热点问题。筛选出抗湿热、耐酸性土壤的苜蓿品种对我国南方畜牧业乃至我国整个苜蓿生产业将有重要的价值和意义。为此, 笔者对中国南方紫花苜蓿引种适应性的研究进展进行了综述。

### 1 秋眠性

紫花苜蓿的秋眠性是紫花苜蓿的一种生长特性, 指秋季在较高纬度地区由于光照减少和气温下降, 导致紫花苜蓿形态类型和生产能力发生变化的现象。这种现象只能在紫花苜蓿秋季刈割后的再生过程中才能观察到<sup>[1]</sup>。大量研究表明苜蓿秋眠级数与其抗寒性相关, 即秋眠性强的秋眠级数低, 抗寒性越强, 到秋季日照减少和气温降低时停止生长。还有研究表明, 秋眠性苜蓿秋季刈割后顶端生长长度很短, 产量低, 但越冬性增强, 非秋眠型苜蓿则相反<sup>[2-3]</sup>。邓容等研究指出苜蓿秋眠级数与其株高、单株鲜质量、分枝数等生长性能显著相关, 秋眠级数低的产量低, 级数高的产量高<sup>[4]</sup>。Haagenson 研究认为秋眠和半秋眠苜蓿种质和培育品种根系糖积累较高, 这种糖与苜蓿的抗寒性密切相关<sup>[5]</sup>。

但有学者认为苜蓿的秋眠性与抗寒性可以分离, 今后可培育出非秋眠性而抗寒性又较强的苜蓿品种。秋眠性和抗寒性研究至今仍是苜蓿研究的重点。1998年, 卢欣石指出我国的苜蓿品种大多为秋眠性或极秋眠性类型, 苜蓿秋眠特性和较低的土壤 pH 值是中国苜蓿难以南移的重要障碍因素<sup>[6]</sup>。还有研究表明, 在光照成为植物生长的限制因素而温度却仍适宜植物生长的条件下, 种植休眠性较弱的品种

有可能提高苜蓿的年产量; 非休眠性苜蓿品种具有提高季节性产量的作用<sup>[7-9]</sup>; 随着种植地区湿润度增加和纬度的降低, 适宜种植的苜蓿品种秋眠级增高(秋眠性减弱)<sup>[9]</sup>。因此, 选育非秋眠或弱秋眠(秋眠级数高的)及相关抗性的苜蓿品种将是紫花苜蓿南方引种的前提。

### 2 耐热性

由高温引起植物伤害的现象叫热害, 而植物对高温环境的适应性叫耐热性。高温对植物的伤害直接作用是蛋白质变性, 膜脂液化; 间接作用是造成代谢性饥饿, 有毒物质积累和蛋白质破坏<sup>[10]</sup>。在高温逆境胁迫下, 生长着的植物体内会发生一些异常的生理生化反应: 首先是代谢速率逆转, 植物生长发育受阻, 一系列的蛋白酶变性, 致使光合作用酶系统、呼吸作用酶系统以及蛋白质合成酶失活, 进而导致光合速率下降, 碳代谢失调形成代谢饥饿。此时进行的无氧呼吸将导致有毒物质积累, 蛋白质降解, 生物膜系统结构和功能破坏, 最终导致植物死亡<sup>[11]</sup>。

由于其地域性的限制, 研究苜蓿在北方的耐寒、抗旱及耐盐性的报道较多, 而紫花苜蓿耐热性方面的报道则较少。高温对植物的伤害作用最直接的就是引起蛋白质变性和膜脂液化, 因此对于紫花苜蓿这种高蛋白植物来说, 在南方的种植其耐热性的筛选研究是很重要的。通常测定紫花苜蓿的耐热性可以分为田间测定和间接测定 2 种方法<sup>[12]</sup>。热锻炼常常在自然条件下发生, 在大田条件下耐热性的获得是作物耐热性的一个重要组成部分<sup>[13]</sup>, 因此田间测定是苜蓿耐热性筛选的重要条件, 田间测定通常是依据越夏前后植株总数的比值来测定越夏率。孟昭仪对 55 份苜蓿进行越夏率测定, 结果发现温度越高, 苜蓿死亡越严重, 并且发现在北京当地温度超过 30℃以上时, 苜蓿越夏都有死亡现象; 然而, 1998年 Mckenzie 则提出高温对苜蓿的伤害大多是非致命的, 非致命的伤害很难在田间发现, 也不容易识别, 但将造成苜蓿活力、产量下降。间接测定法降低了田间测定方法周期长、工作繁重以及自然条件影响的误差方面的难度。该方法主要是测定热胁迫下其生理生化和分子生物学指标。国外学者 Safaa 和 Glenn 的研究指出高温显著减小苜蓿的高度、叶面积指数、地上干物质产量、地下生物量以及

作者简介 林丽秀 (1981-), 女, 四川资阳人, 硕士研究生, 研究方向: 牧草及草坪草种质资源开发与利用。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-04-04

根系中的碳水化合物含量,但是呼吸作用随温度的增加而增加<sup>[14]</sup>。Esechie-HA 等人研究了高温对苜蓿的影响,在实验室条件下模拟两种气候条件,一种是高温条件 45 °C/35 °C (日/夜),另一种是正常生长条件 25 °C/15 °C (日/夜),结果表明,高温导致苜蓿生育期缩短,降低体内钙、镁离子和碳水化合物的含量;但是粗蛋白、磷和钾含量显著高于正常生长的苜蓿,此外高温也会导致苜蓿粗纤维含量增高<sup>[15]</sup>。我国在生理生化指标方面测定其耐热性运用得最多的是电导率。如李崇伟等用电导率法测定了苜蓿的耐热性,结果表明,在高温胁迫下,相对电导率越高品种耐热性越差<sup>[16]</sup>。另外,还可根据其膜的透性、叶片光合速率以及根系的活力来评定它的耐热性。刘明秀在四川最热月(6-9月)对田间紫花苜蓿叶绿素总含量、叶片和根系的相对电导率、叶片脯氨酸含量进行测定,聚类分析结果表明:昆德拉'海盜'赛特'耐热性最强<sup>[17]</sup>。热害不仅与环境温度密切相关,还与空气湿度和土壤水分有关,所以研究植物的耐热性不只是一要考虑温度的因素,还要考虑环境因子对其的综合作用。

### 3 耐湿性

南方湿热气候中湿害又常常伴随热害起作用,湿害对紫花苜蓿的危害也是相当大的,湿害虽然不是典型的涝害,但其性质和作用对植物生长的影响是一致的。国内外研究涝害对农作物的影响的报道比较多;涝害胁迫对植物的伤害并非仅仅因为水分过多引起的直接效应,其实质是涝害诱导的次生胁迫对植物造成的损害。长期的涝害胁迫导致植物处于缺氧状态,从而引起一系列的次生反映,如光合作用减弱,叶绿素含量降低,蒸腾强度减弱,从根部向叶片运输的脱落酸和乙烯的量增加。涝害胁迫还会导致植物根系形态和叶片形态及其相应的细胞结构的变化,如形成不定根和通气组织,根变黑,叶黄化等。

湿害发生在苜蓿生长的各个阶段都会造成干物质的影响,但在刈割后发生的湿害对苜蓿的危害最大<sup>[18]</sup>。当前对紫花苜蓿耐湿性的研究很少,用于评定苜蓿耐湿性的指标也不多。但在长期湿害条件下,苜蓿会出现烂根现象,而且烂根处也会不同程度地长出新根<sup>[19]</sup>,因此可通过测定根系长度、侧根数目、根系干重等根系指标<sup>[17]</sup>和一些生理指标如ABA、光合速率的大小<sup>[20]</sup>、MDA的含量<sup>[21]</sup>来衡量苜蓿的耐湿性<sup>[22]</sup>。在四川湿热地区的苜蓿引种适应性研究中,不同苜蓿品种的地下生物量差异较大,其中:三得利'根系生物量最大,其次是海盜'、四季绿'、昆德拉'、超级7号'等;在潮湿土壤中,苜蓿根系形态发生显著变化,主根变短,侧根发达;三得利'主根受损程度最大,但侧根较多,平均侧根最长,单株地下生物量最大,表明最潮湿土壤适应能力最强<sup>[17]</sup>。

### 4 抗病性

病虫害又分为病害和虫害,病虫害对植株造成的生理生化变化表现为:水分平衡失调,呼吸作用加强,光合作用下降,激素发生变化以及同化物运输受干扰。

南方湿热气候加上苜蓿在南方适应性差别问题是造成紫花苜蓿病害的主要原因。环境条件是植物病虫害发生的客观条件,也是病虫害发生的重要环节,环境条件包括气象条件、栽培条件和土壤条件,其中气象条件的影响是最大的。病原物的繁殖、侵入和扩展都需要一定的温度和湿度,寄主植物的感病或抗病也与气象条件有关,高温天气有利病菌

的侵染活动。土壤条件包括土壤结构、土壤酸碱度和土壤微生物区系等,这些因素对寄主植物根系和在土壤中病原物的生长发育影响较大,从而影响根部病害的流行<sup>[23]</sup>。紫花苜蓿在南方种植可能导致的病害有苜蓿霜霉病、苜蓿锈病等;虫害有蚜虫、蓟马等<sup>[24]</sup>。罗旭辉等指出紫花苜蓿在当地引种发生的病虫害有霜霉病和斜纹夜蛾<sup>[25]</sup>;在江苏的引种适应性测定发现紫花苜蓿有菌核病的发生;苜蓿炭疽病多发生在南方温暖地区,病斑初为黄褐色,后为褐色,严重时茎叶枯死;在贵州栽种的紫花苜蓿偶有蚜虫<sup>[26]</sup>。在四川广元4个紫花苜蓿品种的引种的试验研究表明,盛世苜蓿表现出较强的抗逆性,在其中3年的栽培生产中,盛世、大叶苜蓿受蚜虫危害较轻;游客、苜蓿王受蚜虫危害较重,同时苜蓿王轻感白粉病,游客易倒伏<sup>[27]</sup>。南方雨季冷湿的土壤条件,易使苜蓿植株感染疫霉和丝霉根腐病而造成大面积烂根,进而死亡<sup>[28-29]</sup>。根腐病的发生和流行是受温度和湿度共同影响的,根腐病发生的关键因素就是土壤湿度和土壤温度,潮湿的土壤或土壤含水量为70%~80%时丝核菌根腐病易发生<sup>[30]</sup>,而疫霉根腐病最适生长温度是25 °C<sup>[31]</sup>。所以在根腐病最适生长的环境中一定要控制其发生和流行。

苜蓿的抗病虫性对病虫害的发生也有很大的影响。袁庆华等(2006)对国内外59份苜蓿材料进行了抗蓟马田间调查和评价,结果表明抗性最强的是2003-澳大利亚,其次是2003-4游客、2002-5WL232HQ、2002-6WL323HQ和2001-7苜蓿王等<sup>[32]</sup>。有报道曾采用田间自然接种技术对9份来自不同国家和地区的苜蓿品种进行了白粉病抗性研究和评价,结果表明苜蓿品种对白粉病抗性存在着显著差异:庆阳苜蓿、阿尔冈金、巨人201、金皇后等品种具有较强的抗病性;德宝、德福、赛特、牧歌401、三德利等品种田间抗病性较差<sup>[33]</sup>。对于苜蓿的抗病性也可以运用生理生化指标来评定,如气孔密度和大小差异、叶绿素含量、PAL活性和POD活性<sup>[34]</sup>等指标。紫花苜蓿在南方成功种植除了选择优良的抗病虫品种外,还可以利用物理、化学和生物方法预先经过处理来诱导植株的抗病性的方式以增强其抗病虫害的能力<sup>[35]</sup>,以及利用基因工程将抗病性外源基因注入植物体内以增强抗性<sup>[36]</sup>。

### 5 苜蓿与土壤的关系

紫花苜蓿在南方种植除了考虑气候因素外,土壤条件的变化也是影响其产量和品质的因素之一。我国南方地区土壤类型除了紫色土壤外主要是红壤、黄壤、赤红壤、砖红壤等。红壤和黄壤都属于酸性土,pH值较低,为4.5~5.5;砖红壤和赤红壤都呈强酸性,pH值范围是4.5~5.0。因此,南方土壤大多呈酸性,并且对酸沉降敏感,土壤酸化速率较快,即使有土壤酸化速度较慢者,但易引起营养离子的淋失和有毒离子铝的溶出,危害根系,使植物营养失衡,且易引起水生生态系统酸化<sup>[37]</sup>。土壤酸碱性与土壤的肥力和植物生长有密切关系,南方酸性土壤对紫花苜蓿的生长发育也有着重要的影响,一方面降低了根瘤菌与宿主植物之间的亲和性,抑制根瘤菌的存活,致使紫花苜蓿固氮受阻;另一方面,在酸性土壤中,养分缺乏,离子不平衡,活性铝和氢离子浓度过高等严重影响植物生长,限制其产量与品质的提高。除土壤酸碱性对紫花苜蓿有重要影响外,土壤水分以及土壤有机质等都对植株生长密切相关。土壤含水量也是影

响苜蓿根系分布的因素之一,土壤水分不足的地区,苜蓿的主根细而长,深入土壤的深度则大;而在土壤湿度过大的地区,则会引起苜蓿根系形态的改变,严重的还会引起根腐、烂根等现象<sup>[38-39]</sup>。在研究苜蓿种植与土壤有机质的关系时,有人指出苜蓿地 0-30 cm 耕层土壤有机质含量随种植年限增长而增长<sup>[40]</sup>,土壤中 N、P、K 等成分含量也与苜蓿的栽培年限有着密切的关系。不同类型土壤中苜蓿的适应性也不同,刘瑞峰以两种在四川地区表现较好的紫花苜蓿引进品种为材料,比较其在 3 种不同土壤上根系发育及生物量构成差异,结果表明:不同苜蓿品种对土壤的适宜性不同<sup>[41]</sup>,盛世苜蓿在紫色黏壤土中生长最好,四季绿苜蓿在紫色砂壤土中生长最为适宜。

## 6 结语

如要科学合理地进行紫花苜蓿引种工作,笔者认为在紫花苜蓿引进之前需认真考察鉴定其休眠性、适应性、高产性以及在南方的品质表现。另外,目前利用生理指标测定苜蓿相关抗性的方法很混乱,一种生理指标有可能用于测定不同抗性,因此测定苜蓿不同抗性的生理指标仍需进行大量地工作以确定其具体的方法。

## 参考文献

- 董宽虎,沈益新.饲草生产学[M].北京:中国农业出版社,2003:73.
- SMITH D.Association of fall growth habit and winter survival in alfalfa[J].Can J Plant Sci,1961,41:224-251.
- CUNNINGAM S M,GANA J A,VOLENEC J J,et al. Winterhardiness,root physiology and gene expression in successive fall dormancy selections from 'Mesilla'and 'CUF101'alfalfa[J].Crop Sci,2001,41:1091-1098.
- 邓蓉,向清华,陈武,等.紫花苜蓿休眠性的研究[J].草业科学,22(2):41.
- HAAGENSON D M,CUNNINGHAM S M,VOLENEC J J.Root physiology of less fall dormant,winter hardy alfalfa selections [J].Crop Sci,2003,43:1441-1447.
- 卢欣石.中国苜蓿审定品种的休眠性研究[J].中国草地,1998(3):1-5,12.
- 李守德,卢欣石,熊同铨.美国牧草资源研究与利用[J].兰州大学学报,1992(11):12-13.
- 卢欣石,申玉龙.紫花苜蓿休眠性研究及其适应性[J].国外畜牧业-草原与牧草,1992(1):1-4.
- 毕玉芬,车伟光.新疆北部地区(北疆)苜蓿属植物休眠性研究[J].安徽农业大学学报,2002,29(4):383-386.
- 王宝山,侯福林,刘萍,等.植物生理学[M].北京:科学出版社,2004:285.
- 利容千,王建波.植物逆境细胞及生理学[M].武汉:武汉大学出版社,2002:86.
- 马晓娣,彭惠茹,汪矛,等.作物耐热性的评价[J].植物学通报,2004,21(4):411-418.
- 周人纲.高温锻炼对小麦细胞膜热稳定性的影响[J].华北农业大学学报,1993,8(3):33-37.
- SAFAA A H,GLENN W T.Effect of temperature regimes on photosynthesis,respiration and growth[J].Alfalfa Proc Okla Acad Sci,1990,70:1-4.
- ESECHIE H A,MARDI -M O,SOUKHAROUNA M.Influence of temperature on yield and chemical composition of Alfalfa cv.buraimi at first flower[J].Crop Research Hisar,2002,23(3):549-555.
- 李崇伟.不同苜蓿品种抗逆性研究及评价[D].杨陵:西北农林科技大学,2002.
- 刘明秀.12个紫花苜蓿品种在川西南湿地区的生产性能及生态适应性初步研究[D].雅安:四川农业大学,2005.
- BARTA A L.Response of field grown alfalfa to root waterlogging and shoot removal palant injury and carbohydrate and mineral content of roots[J].Agron J,1998,80:889-892.
- 李宜,杨铁民.紫花苜蓿对季节性下湿地适应性的观察[J].天津农业大学学报,1991(1):18-19.
- BARTA A L,SULC R M.Interaction between waterlogging injury and irradiance level in Alfalfa[J].Crop Sci,2002,42(5):1529-1534.
- 安渊,陈凡毅,王俊.半秋眠和非秋眠紫花苜蓿品种耐涝性能研究[J].中国草地,2004,26(4):31-36.
- 刘瑞峰.紫花苜蓿在川西南湿地区引种适应性及生产性能综合评价[D].雅安:四川农业大学,2006.
- 刘荣堂.草坪有害生物及其防治[M].北京:中国农业出版社,2004:8.
- 耿华珠.中国苜蓿[M].北京:中国农业出版社,1995:116-138.
- 罗旭辉,应朝阳,方金梅.闽北 22 个紫花苜蓿品系引种筛选试验初报[J].福建畜牧兽医,2004(26):4.
- 周泽英,班镁光,冯振宇,等.都匀地区牧草引种试验报告[J].贵州畜牧兽医,2003,27(2):37.
- 田德贵,卢克俊,张素华,等.紫花苜蓿引种试验研究[J].四川草原,2003(5):19-20.
- 何光武.苜蓿的休眠系统与种植利用[J].四川草原,2003(4):37-38.
- 刘海波,王永雄.紫花苜蓿根腐病研究进展[J].草原与草坪,2006,3(16):3-6.
- NYVALL R F.Field crop disease handbook[M].New York:New York Press,1989.
- ERWIN D C.Root rot of alfalfa caused by phytophthora cryptogea [J].Phytopathology,1954,44:700-704.
- 袁庆华,张文淑.苜蓿种质材料对藨马抗性的研究[J].植物保护,2006,32(1):85-87.
- 李敏权,柴兆祥,李金花,等.紫花苜蓿品种白粉病田间抗病性评价[J].草业科学,2002,4(4):40-42.
- 邢会琴.苜蓿品种对白粉病抗性及其机理的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2003.
- 潘亚清,史淑芝.植物的诱导抗病性研究进展[J].植物保护学,2005(8):17.
- 张碧波,廖林正.植物抗病基因工程研究[J].重庆文理学院学报:自然科学版,2006,3(5):1.
- 郭彦军.紫花苜蓿对酸性紫色土的适应性及其营养特性研究[D].重庆:西南农业大学,2005.
- MULLER S C,CK G W.Response of susceptible and resistant alfalfa cultivars to phytophthora root in the absence of measurable flooding damage[J].Agronomy Journal,1987,79(2):201-204.
- 张建波,白史且,张新全,等.紫花苜蓿根系与土壤物理性质的关系[J].安徽农业科学,2006,34(14):3424-3425.
- 杨玉海,蒋平安.不同种植年限苜蓿地土壤理化特性研究[J].水土保持学报,2005,19(2):110-113.
- 刘瑞峰,张新全,刘金平,等.3种紫色土对紫花苜蓿根系发育及生物量构成的影响[J].安徽农业科学,2005,33(10):1817.