

我国优质野生植物微孔草资源的研究与开发利用进展

韩发,程大志,师生波,冉飞,李以康,包苏科,任飞,石丽娜,韩琦

(中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810008)

摘要 微孔草是青藏高原及其邻近高海拔地区特有的野生珍贵优质油料植物资源,是获取纯天然多功能油脂成分—— γ -亚麻酸(GLA)的一条新途径。微孔草油具有很高的药用、保健和营养价值,其茎叶和块根等副产品具有食用和饲用等多种用途。目前,已成为开发利用研究的重点。为此,在多年考察和试验研究的基础上,综述近年来对微孔草开发利用价值、生物学特性和资源分布等方面的研究,为开发利用微孔草资源,推动西部经济发展提供理论依据和应用技术。

关键词 微孔草;开发利用;应用技术

中图分类号: Q949.93 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-9690(2007)05-0005-05

The Research Process of A High Quality Wild Resource

—*Mocroula sikkimensis* in China

Han Fa, Chen Dazhi, Shi Shengbo, Ran Fei, Li Yikang, Bao Suke, Ren Fei, Shi Lina, Han Qi

(The Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xining 810008, China)

Abstract *Mocroula sikkimensis* is a kind of important wild oil plant in Qinghai-Tibet plateau and contiguous high altitude area. It is officinal, edible, feeding and is also can be used in health care. At present, a lot of work has been done on its exploitation and resource protection in China. On the basis of long time research, the authors review the data on the biology characteristic, the value in exploitation, resource distribution, plant and domestication of *Mocroula sikkimensis*, so that some theory basis and application technique can be provided for the industrial exploitation of *Mocroula sikkimensis*.

Key words *Mocroula sikkimensis*; industrial exploitation; application technique

微孔草 (*Mocroula sikkimensis*) 系紫草科微孔草属的两年生草本植物,全世界共发现本属植物 30 余种,其中 26 种为我国特有种,主要分布在我国青藏高原及其毗邻地区的高寒地带,是我国特有的一种野生油料经济植物资源^[1-3]。其种子内含丰富的 γ -亚麻酸(GLA)、 α -亚麻酸(ALA)以及其他特有的有效成分,是国际上公认的功能性医疗保健产品的重要原料。与国际上深受欢迎的同类植物资源月见草相比,其种子的含油率比月见草高一倍以上,千

粒重高 3~4 倍,油内的 GLA 和 ALA 含量均高于月见草的含量,特别是 ALA 含量比月见草的高 13~18 倍^[4-6]。同时含有 7% 的月见草油中没有的十八碳四烯酸,其功效更优于月见草。

微孔草籽油具有极为丰富而独特的功效、营养成分和广泛的开发利用价值,国家科技部联合农业部、林业部、中国科学院等 9 部委编辑出版的《中国农业科学技术政策》一书中,将微孔草列入新油源开发名录。微孔草资源的研究和开发利用已引起医药界和保健食品业等方面的高度关注,青海、甘肃、四川、西藏等省区的科研单位和生产部门对当地微孔草的资源量及分布、生态环境特点、生物学特征、开发利用价值和药用成分等进行了考察研究^[7-9],初步摸清了微孔草资源的种类、分布及贮存量、生物

收稿日期: 2007-04-20

基金项目: 青海省重点科技攻关项目(2005-N-102)。

作者简介: 韩发(1953-),男,研究员,博士生导师。主要从事植物生理、生态、生化学方面的研究。

E-mail: hanfa@mail.mwipb.ac.cn

学特性、生化成分和营养价值。同时,以含有丰富 GLA 的多功能油脂作为医药、保健、营养品的主要原料,研制生产各类新产品。为促进微孔草资源的开发利用和产业化奠定了一定基础。

1 微孔草的生物学研究

1.1 微孔草的植物学特征

微孔草 (*Mocroula sikkimensis*) 系紫草科微孔草属 2 年生草本植物,一般茎高 15~80 cm;全株被有刚毛,常自基部分枝。基生叶和茎下部叶具长柄,长达 15 cm,宽达 3 cm,两面有糙毛;中部叶短柄,上部叶无柄渐小,叶卵形,狭卵形至宽披针形,全缘。叶对生或互生,中部叶腋抽出花梗。单歧聚伞花序,花与萼片紧缩密集,既短又小,直径 0.5~1.5 cm。花冠蓝色,花萼 5 裂,雄蕊 5 个,内藏;花丝极短,花药细小。雌蕊似坟,子房 4 裂,花柱细圆,柱头扁平。果期花萼老化,萼片干缩成托盘形,小坚果卵形或锥形,灰褐色,有瘤状突起,背面上部优环状突起,形成小孔,腹面有着生点,小坚果千粒重 1.23~1.77g,花期一般在 5~9 月份。由于种间的差异,各微孔草的形态有所不同,植物学特征也有所不同,如西藏微孔草 (*Microula tibetica*),体形短小而花序集中,单位面积产量相应高些^[7]。其重要特征是:茎高约 1 cm,基部有多数分枝,枝端生花序,疏被短糙毛或无毛,叶匙形,长 3.0~13 cm,宽 0.8~2.8 cm,基部渐狭成柄,边缘近全缘或有波状小齿,上面密被短糙毛。花序不分枝或分枝,苞片线形或长圆状线形,长 2~20 cm,两面有短毛;花梗长在 0.8 mm 以下,结果期伸长达 5 mm,下垂;花萼长约 1.5 mm,5 深裂,外面疏背短柔毛,花冠蓝色或白色,直径 3.2~4 mm。小坚果卵形至菱形长 2.0~2.5 cm,宽 1.6~2.0 mm,有瘤状突起,背孔一般不存在,着生面位于腹面中部或上部,花期在 7~9 月份^[1-2]。

1.2 微孔草的生物学特征

微孔草在青海高原环境条件下,于 4 月下旬块根萌动出苗,5~6 月份抽梗,因是无限花序,6、7、8、9 月份开花结果和种子陆续成熟,全生育期历时 5 个月左右。由于萼片老化及其生水干缩,坚果着生点松动,随风落地。落地的种子大部分当年不萌发出苗,第二年出苗形成块根,次年结籽。但也有少部

分最先落地的种子,如遇短期气温适合且稳定,日照充足,土壤湿润,也可萌出苗,形成块根越冬。微孔草非常适应高寒地区的气温,土壤和水热条件的变化规律。土壤解冻后陆续出苗,7 d 基本结束,15 d 进入分枝期,再经过 18 d 即进入了开花期,初花期到盛花期历时 12 d 左右,盛花后 20 d 进入果期。

1.2.1 微孔草的繁殖和生产性能 微孔草以有性繁殖和无性繁殖互补的方式进行繁殖。据张健琛等测定^[8],有性繁殖的单株分枝数为 12~48 枝,二回分枝是一回分枝的 1.3 倍,单株结籽(小坚果)可达 968 粒;无性繁殖的单株分枝数为 36~92 枝,二回分枝是一回分枝的 3.5 倍,单株结籽数可达 1 121 粒。另据王钦等报导^[9],在甘肃天祝县的自然环境条件下,如表 1 所示,微孔草在不同生态环境中的分布数量和它在不同植被组成成分中所占的比例各不相同。

表 1 微孔草在不同植被成分中的数量比例

测定地点	总株数 株·m ⁻²	占有所有 植物/%	生物学产 量/kg·hm ⁻²	籽粒产量 /kg·hm ⁻²
休闲地	83.0	6.69	225.5	-
油菜地	81.0	9.16	368.0	95.7
撂荒地	51.2	6.77	387.3	50.0
青燕麦	44.8	8.26	352.7	72.7
青裸地	10.1	5.88	203.6	-

在人工栽培条件下,微孔草籽粒产量在 203.55~283.55 kg/hm² 之间,如甘肃天祝县,栽培密度 16.7 株/m²,产量 203.55 kg/hm²,青海门源县,栽培密度 8.3 株/m²,产量 243.7 kg/hm²,青海海晏县(西海镇)6.67 株/m²,产量 283.5 kg/hm²。根据安海梅等青海海北州地区的栽培试验资料,微孔草平均株高 47.6 cm,茎粗 0.58 cm,单株产量 11.8 g,生物产量 97.7 g,从单株产量测算理论产量可达 984 kg/hm²^[10]。由此可见,微孔草生产潜力很大。

1.2.2 微孔草的种子萌发特性 微孔草以种子繁殖为基础,但其种子很小,且有 12 个月左右的休眠期^[11],未完成成熟期的种子发芽率极低(5%),经变温(15/20)及预冷处理(5,5 d),对促进后熟的生理作用十分明显,种子发芽率可达 70% 以上。因而,贮藏 12 个月左右的种子,经过吸水和预冷处理是解除或缩短微孔草休眠期,促进后熟,加快

萌发的最佳方法之一。有关试验表明,微孔草种子吸水很快,其中前 4 h 吸水最快,然后吸水速度减慢,到 16 h 时吸水量不再增加。在最佳萌发条件(预冷,20 和 15 /20)下,供试种子第 2 天即开始萌发,第 3 天为发芽高峰期,第 4 天发芽率可达 50% 以上,第 7 天后停止增加,故初次及末次计数萌发时间为第 4 天和第 8 天。另据闫殿海等 2003 年报导^[12],上年和当年收获的微孔草种子,经冷冻处理后发芽率呈上升趋势,而室温贮藏 3 年以上的种子发芽率随冷冻时间延长而下降,室温贮存 7 年以上的种子已丧失发芽力。但在青海省西宁市郊区热量较高的条件下,微孔草 7 月初开始成熟落粒,8 月初落在地上的种子开始萌发,并大量出苗。

1.2.3 微孔草的抗逆特性 近年来对微孔草的适应性和抗逆性也有所研究^[13-16],其中对水分胁迫的研究表明,微孔草生存和生长所需的土壤含水量分别为 11.2% 和 40.4%,此时的水分饱和和亏缺为 48.9% ~ 59.6%,植物水势处在 $-7.30 \sim -10.1$ Pa 之间,光合强度为 $0.3 \sim 0.4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$;当土壤水分达 68.8% 时,水分饱和和亏缺为 0,植物水势为 -5.0 Pa,光合强度为 $0.5 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$,此时常因水分过量而使植物体内的生化过程减弱,生长速度减缓;当土壤水分下降到 4.5% 时,植物的生命窒息,处于永久萎焉状态。由此可知,微孔草适宜生长的土壤水分最低界值是 12%,最高界值 40%,当土壤水分下降到 11% ~ 5% 时,处于临界萎焉状态^[13]。

温度对细胞影响的试验表明,微孔草叶片可以在 $-10 \sim -5$ 的低温条件下生存 0.5 ~ 1 h,在 0 左右的环境条件下,只能维持生命,是其低温临界值。而在 $45 \sim 50$ 高温条件下,叶组织细胞伤害率达 50% 以上,这表明微孔草只能在没有热胁迫的条件下生存。在自然界中,微孔草的适宜生长和生产的温度范围在 $10 \sim 25$ ^[19-14] 之间。

据牛菊兰报导,微孔草抗盐性较差,种子出苗率与土壤盐碱度呈显著负相关。微孔草种子对 $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-} = 1$ 的混合盐,NaCl 单盐和 Na_2CO_3 单盐萌发的耐盐临界值分别为 0.8%、0.8% 和 0.2%,出苗期对 $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-} = 1$ 混合盐适宜的盐渍度为 0.8%,临界盐渍度 1.4%,并随微孔草生长期的延长,保苗率急剧下降,生长发育受阻。当土壤盐度在 0.2% 以

下时,幼苗才能正常生长,这说明微孔草不适合在盐渍化的土壤上种植栽培^[15]。

2 微孔草资源的开发利用价值

2.1 微孔草的药用价值

许多研究均已证明^[4,6,17],微孔草种子含油率达 40% 以上,种子油中含有与月见草油相近的 α -亚麻酸,还含有 γ -亚麻酸。其中微孔草种子油中含 6.4% ~ 8.3% 的 α -亚麻酸,饱和脂肪酸的含量达 85% 以上。因此,微孔草是一种具有良好开发前景的 α -亚麻酸植物资源。大量实验证实,微孔草油能明显降低肝及血清胆固醇(TC),甘油三酯(TG)及血清丙二醛(MDA)的含量,提高血清中高密度脂蛋白胆固醇与总胆固醇的比值(HDL-C/TC),具减少胆固醇在外围组织细胞沉积防治动脉粥样硬化,维持生物膜结构完整的功能。其降低肝和血清甘油三酯的作用优于安妥明。微孔草油可改善高血脂症血液高粘滞性,防止血栓形成,具有溶剂的独特功效^[18]。

微孔草油中所含的极丰富的多不饱和脂肪酸(其中人体必须脂肪酸(EFA)约占 43%),特别是 α -亚麻酸(GLA)是国际上公认的功能性医疗保健产品的重要原料。 α -亚麻酸, γ -亚麻酸直接参与人体代谢和生物合成过程,在前列腺生物的合成中占有特殊地位。当人体摄入过量饱和脂肪酸或出现代谢紊乱时,体内 6 -脱氢酶受到抑制时,从而影响亚油酸向 α -亚麻酸转化,造成前列腺素缺乏,导致疾病的产生。

此时如能及时补充 α -亚麻酸,便可保证体内前列腺素正常代谢,从而预防或消除高脂血症疾病,因此, α -亚麻酸也是治疗体内酶系统存在严重缺陷的重要药物^[19]。

2.2 微孔草的保健食用价值

经调查和试验证明,微孔草油无任何毒副作用,在青海省海北自治州有着食用微孔草油菜籽油混合油的历史。含丰富 α -亚麻酸的微孔草油与海洋鱼油相比,它不含对人体有害的胆固醇,若过量服用也不会引起维生素 A 和 D 的中毒。据统计,食用 2 g α -亚麻酸的植物油,与食用 30 g 海洋鱼类有相似的生物效应^[19]。由于 α -亚麻酸对人体健康有着

非常重要的医疗保健的功能作用,联合国粮农组织早在 1978 年就宣布将其作为人类食物的必须成分^[12]。据付华等测定分析表明,微孔草籽含有 18 种氨基酸,含量为 15.3%,其中人体必需氨基酸含量为 6.1%,占总量的 39.7%,含鲜味氨基酸 4.3%,甜味氨基酸 3.0%,分别占总量的 28.0%和 19.5%。微孔草油还富含各种矿物质营养元素和其他特有的成分,其含量均高于 30 种豆科,禾本科和草坪草种子中的含量。此外,微孔草俗称野菠菜,其苗期的茎叶可作为保健蔬菜食用。其块根种含有大量的蛋白质、淀粉、糖类和多种氨基酸,具备多种功效^[20]。由上可知,微孔草在食品和保健品加工方面也有着很高的利用价值。

2.3 微孔草的饲用价值

经分析表明,微孔草籽饼渣中含有 23.96% 的粗蛋白,是优质饲料原料。微孔草的茎叶虽因有毛而适口性差,但茎叶经过与禾草混合(1:1~1.5)调制,切碎加工后,改善了理化特性,营养丰富,粗蛋白含量 1.8%,粗脂肪 2.1%,粗纤维达 29.3%,粗灰分达 12.3%,无氮浸出物为 54.6%,磷 0.5%,可成为一种新型优质饲料。此外,还可将微孔草茎叶装入塑料袋内,排出空气,密封袋口,进行青贮和半干青贮,贮藏期 5~6 个月后,袋内饲料色味均佳,大大提高了适口性,特别是青贮(含盐 1%)型,单位时间内牲畜采食率高于对照(不加盐)^[21]。

如果将青干微孔草粉碎与适量煮熟青稞拌合喂羊,以青草饲喂为对照的试验结果证明,饲喂微孔草混合饲料的羊比对照羊增重大且羊肉质量高。随着微孔草产业化开发,将有大量的副产品如饼渣、秸秆等可用于制作饲料。每年冬春枯草季节,西部高寒牧区草料甚缺,牲畜瘦乏,甚至死亡,迫切需要大量贮存饲料补饲之用^[10,22]。由此可见,利用微孔草制作饲料有广阔前景。

3 微孔草特色植物资源的分布和生境特点

3.1 微孔草植物的资源分布

微孔草属植物的 30 个种和 8 个变种中,除了 4 个种——小果微孔草 (*M. pustulosa*)、大孔微孔草 (*M. bhutanica*)、锡金微孔草 (*M. sikkimensis*)、西藏微孔草 (*M. tibetica*),自西藏高原分布到不丹、锡金、尼

泊尔、克什米尔地区外,其余 26 个种为我国特有,主要分布于青海、甘肃、西藏自治区东部和南部、四川省西部、云南省西部、陕西省西南部,海拔 2 000~4 500 m 的高山草甸,高山灌丛,山地森林带的次生植被中,以及撂荒地和农田中,常与一年生作物或一年生和二年生植物混合生长形成植物群落^[23]。

3.2 微孔草分布区的生境特点

大多数微孔草生长在海拔 2 800~4 200 m,微酸性高山草甸土的环境中,降水量在 400~800 mm 之间,平均温 -3~5 左右,极端最高温 19~29,极端最低温在 -20~-36 之间,0 的年积温 900~2 000^[15]。太阳总辐射平均高于 594 J/cm²,日照时数 2 350 h 以上的地区是微孔草适宜生存的最佳生态条件。有关试验亦表明^[16],微孔草的分布生长与日照时数和太阳总辐射量成一定的正比关系,在紫外线辐射强烈的高寒地区生长特快,繁殖能力特强,适应与抗逆的能力明显增强。

4 小 结

综上所述,微孔草资源的开发具有重要的科学意义、很高的经济价值和广泛的应用前景。微孔草作为医药品、保健品、营养品、功能食品等的主要原料之一,已受到多方面的关注和重视,为西部高寒地区农业产业结构的合理调整,开辟农牧民的新的经济增长点,增加农牧民收入,提供了新的契机。但由于西部地区生态环境恶劣,经济发展落后,科研条件艰苦等因素,过去对微孔草的研究和开发都是断断续续,没有形成系统,不同地区所采用的研究方法,研究手段及评价标准不同,因而所得到的试验结果都有一定的局限性。缺乏全面系统深入细致的调查和研究与开发。因此,有必要对我国微孔草特色资源、种群分布、生物学特性、人工栽培技术、野生种子收集方法等进行深入研究,对微孔草的研究联合攻关,科研开发并举。加强人工驯化栽培试验,培育出高产、优质、抗落粒等新的栽培品种。建立人工种植微孔草试验示范基地,扩大人工种植面积,提高产量,促使微孔草产业化的快速形成,使产品开发和原料生产形成良性循环及可持续发展。为国际国内外市场上供不应求的 GLA 的直接获取开辟新的途径,为我国医药、保健、营养和功能食品的繁荣提供充足

的原材料。

参考文献

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志 [M]. 西宁:青海人民出版社,1987:480 - 481.
- [2] 李元华,张新跃. 微孔草开发利用的研究 [J]. 四川草原,2004(9):25 - 28.
- [3] 刘玉萍,吴学明,苏旭,等. 青海省微孔草资源及开发利用前景 [J]. 江苏农业科学,2006(3):196 - 198.
- [4] 郑尚珍,孟军才. 微孔草种子化学成分的研究 [J]. 西北师范大学学报,2003,39(2):54 - 57.
- [5] 李京民,王静平,于风兰. 微孔草油中脂肪酸的分离和鉴定 [J]. 植物学报,1989,31(1):50 - 53.
- [6] 张广伦,肖正春. 亚麻酸植物资源及开发利用 [J]. 中国野生植物资源,1997(2):16 - 25.
- [7] 肖正春,张广伦. 微孔草的调查研究 [J]. 中国野生植物,1989(1):1 - 4.
- [8] 张健琛. 微孔草生物学特性研究 [J]. 四川草原,1997(1):14 - 17.
- [9] 王钦,任继周,郭朝霞,等. 微孔草特征及利用价值研究 [J]. 自然资源学报,2003,18(2):247 - 251.
- [10] 安海梅,马生耀. 优质野生植物微孔草栽培及饲喂研究初报 [J]. 青海农林科技,2002(2):12 - 14.
- [11] 孙建华,王钦. 微孔草种子萌发特性的研究 [J]. 草地学报,1998,6(1):26 - 31.
- [12] 阎殿海,马晓岗,谢德庆. 野生药用植物微孔草籽粒特性的研究 [C]. 2003 年全国作物遗传育种学术研讨会论文集,2003:118 - 119.
- [13] 王钦,周至宇,付华. 微孔草对水分胁迫反应得研究 [J]. 草地学报,1998,6(3):179 - 183.
- [14] 尚可政. 微孔草叶细胞冻害研究 [J]. 草业科学,1998,15(3):23 - 31.
- [15] 牛菊兰. 微孔草耐盐性的研究 [J]. 甘肃农业大学学报,1997,32(4):376 - 380.
- [16] 雷桂林. 微孔草的环境适应性研究 [J]. 草业科学,2002,19(6):21 - 24.
- [17] 武丽萍. 微孔草资源的开发与研究 [J]. 中国油脂,1994,19(5):41 - 42.
- [18] 李茂言,何利城. 微孔草总油对大白鼠血流变学的影响 [J]. 中国中药杂志,1999(增刊):135.
- [19] 安承熙. 微孔草的开发前景研究 [J]. 青海科技,1998,5(2):46 - 30.
- [20] 张健琛,王元富. 阿坝州草地微孔草资源调查报告 [J]. 四川草原,1995(1):11 - 16.
- [21] 张健琛,邓永昌. 微孔草秸秆调制饲料研究 [J]. 四川草原,1999,2:61 - 62.
- [22] 罗光荣. 微孔草秸秆饲喂藏羊试验 [J]. 四川草原,2001(2):56 - 57.
- [23] 王钦,尚可政,徐长林. 微孔草的分布及植物群落特征研究 [J]. 草业科学,1998,15(5):18 - 25.
- [24] 邓永昌,董昭林,张健琛. 射线辐射处理微孔草试验初探 [J]. 四川草原,2001(4):30 - 31.
- [25] 连荣芳,王梅春,王钦. 微孔草组培技术探讨 [J]. 中国野生植物资源,2003,22(4):64 - 66.
- [26] 雷桂林,李峻成. 微孔草生长适宜地区的探讨 [J]. 草业科学,2002,19(7):19 - 22.

欢迎订阅 2008年《上海蔬菜》

《上海蔬菜》是上海市农业科学院和上海蔬菜经济研究会共同主办的蔬菜专业性期刊,双月刊,单价 5.00 元,全年共计 30.00 元,邮发代号:4 - 679。

本刊依托上海雄厚的科技和信息资源优势,立足华东,面向全国,旨在为广大蔬菜生产者、经营者提供科技支持和准确的市场导向,从而促进我国蔬菜产业的健康发展。本刊注重科技成果的先进性、新颖性、实用性和可操作性,报告面广,信息量大,可读性强,一直深得全国读者喜爱。《上海蔬菜》是您打开致富之门的金钥匙!全国各地邮局均可订阅,漏订者可向本刊编辑部邮购。

本刊实用性强,具有长期保存价值。广告价位低,回报率高,欢迎广大种子生产和经营单位,塑料薄膜、遮阳网、防虫网生产单位,农药、激素、化肥生产单位,果蔬加工机械生产单位刊登广告和各种信息。欢迎广大果蔬科技工作者、生产者、经营者积极给本刊来稿,交流经验,互通信息。

地址:上海市闵行区北翟路 2901 号,邮编:201106

电话:021 - 52210012, E-mail: xx9@saas.sh.cn