

苋籽油中角鲨烯(Squalene)与 苋干草综合开发的前景分析

孙鸿良 岳绍先

(中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要:在已成功制备籽粒苋高产优质干草的基础上,综合开发苋籽油中角鲨烯(Squalene)是一种新趋向。苋籽油中的角鲨烯与鲨鱼肝中的角鲨烯分子结构($C_{30}H_{50}$)相同,如用苋籽中占其脂肪含量7%~8%的角鲨烯取代鲨鱼肝中的角鲨烯,不仅可以阻止或减少对鲨鱼的捕杀,而且能与青干草综合开发相结合,以降低成本,获得更高的生态经济效益,形成可持续发展的态势。

关键词:籽粒苋;鲨鱼肝脏;角鲨烯;新冠疫苗;生态工程;生态经济效益

1 植物性角鲨烯的提取及其开发趋势分析

1.1 角鲨烯的来源与性能 角鲨烯广泛存在于生物体中,主要来源是深海鱼类中鲨鱼肝脏的重要化学活性物质,在鲨鱼肝油中含量高达80%以上。鲨鱼在低温高压缺氧下仍可生存,就是靠自身肝脏中角鲨烯所生成的氧气而维持所致。角鲨烯的特性是在极端低温下不会凝固,可以促进血液中氧的输送和利用,活化细胞,提高耐缺氧能力,是一类难得可贵的免疫调节药品。角鲨烯被认为可以提高疫苗有效性,这也是近期在制备新冠疫苗时成为所急需的原材料之一的原因。

1.2 角鲨烯的国际市场需求量较大 据有关报道称,在人类皮肤生理学中,角鲨烯不仅用作抗氧化剂、润肤霜或局部应用的载体材料,而且还用于治疗皮肤病。因此当今国际角鲨烯市场主要为化妆品产业占最大份额,而制药业排名第二。同时,含角鲨烯成分的保健品日趋增多。2019年全球角鲨烯市场价值为1.091亿欧元,估计到2025年将达到1.557亿欧元^[1]。目前,角鲨烯已经在医药、化妆品、食品等行业被广泛使用。

1.3 植物角鲨烯开发是必然趋势 事实上,角鲨烯不仅存在于动物体内,我们生活中很多植物都含有一定量的角鲨烯成份,而且角鲨烯的分子结构相同,皆为 $C_{30}H_{50}$,比如橄榄油、苋籽油、南瓜籽油等。橄榄油一向是植物性角鲨烯的重要来源,这是因为橄榄油中的脂质含量(6.67%~26.67%)较高。然而由于橄榄油不是大宗化油类,其产量有限。而作者自

美国罗代尔有机农业研究中心引进的几个籽粒苋品种籽实中脂肪含量占5.73%~8.16%^[2],而其脂肪中竟含7%~8%的角鲨烯^[3]。值得一提的是,曾有人对苋籽粉的保健作用进行过研究,例如北京联合大学与我们合作做过小鼠抗衰老指标的测定,发现小鼠食用苋籽后有延缓衰老的现象^[4],又如日本小西洋太郎做过食用苋籽粉降血糖的作用等相关研究,皆说明其功效与有一定含量角鲨烯有关。随着角鲨烯资源的不断“稀缺”和海洋生态保护,逐步转向植物角鲨烯是必然趋势。

2 我国籽粒苋品种及生产现状

1982~1988年自美国罗代尔有机农业研究中心陆续引进的优良籽粒苋品种红苋(*Amaranthus cruentus* L.) R104、K112、K472、M7等,并经过10多年驯化、培育后,分别于1991年、1993年、1997年通过审定,并被国家作为引进品种推广。实践证明,一些企业曾在乱石山沟中、沿海滩涂地、内蒙古库布齐煤矿复垦地以及新疆洗盐后的轻度盐碱地种植,皆证明了这几个籽粒苋品种的生态适应性广^[5]且有极强的抗逆性,能忍受较贫瘠土壤及含盐量在0.3%以下、pH值8.0~8.5的轻、中度盐碱化土地^[6],并在种植上积累了一定经验。目前由于开发目的以饲草为主,而其刈割期全部放在蛋白含量最高的孕蕾期,因此不待结实就收割,从而无种子生产或种子产量不足。

3 籽粒苋种子中提取角鲨烯的难点与初步解决途径

籽粒苋种子产量低,单产仅150~250kg/667m²,

种子细小,同时落粒率高,最高可达50%。因此要生产高产量种子就意味着最好能攻克种子千粒重低与落粒率高两大技术难关。

3.1 攻克种子千粒重低的问题 针对这个问题,我们通过加强适时施用水肥等管理措施以及选择不同海拔高度利用其温度日较差大的地域进行长期培育两个途径来解决。研究证明,人工栽培驯化有使苋种子增大的趋势^[7];而角鲨烯含量在品种内的差异不大,但海拔高度与不同环境条件下则差异较大。异地育种是一项较长期的培育任务,不少企业家经过十几年的异地育种现已获得一批千粒重由原来0.5~0.7g上升至1.0g以上的种子可供试种,如果千粒重增长稳定则种子单产或将有一定幅度增长。

3.2 克服落粒率高的问题 籽粒苋为无限花序,花期长达1个月之久。常常是花序的上部尚在开花而下部种子早已成熟,而包在种子外部的颖片不紧,俗称“口松”,因此下部种子未收获就大批落粒至土中了。作者于1988年访问美国罗代尔有机农业研究中心时,见到他们用康拜因收获苋籽时田间落粒率就达30%左右,而且他们感到很难解决这一问题。我们用适时修剪去顶梢后再套网袋以封闭整个果穗使全部落粒得以回收(图1)。这一措施虽然需要较大的用工量,却为日后连袋收割后再日晒收集种子带来了方便。



图1 果穗套网袋防止落粒

4 我国进行籽粒苋干草与角鲨烯原材料综合开发的优势与技术支撑特点

4.1 籽粒苋本身具抗逆性强与快速生长的特点,开发的空间大 利用籽粒苋具强劲生产力的优势,可

与改造逆境土壤的低产地、非耕地结合开发,除去原先土地有严重污染,一般开发的土地空间大。例如我国沿海边陲地域及排水不良的黄灌区有大面积盐碱弃耕地以及新疆绿洲退化洗盐耕地等,只要没有污染问题以及盐渍化程度不太高则大多可用来种苋。

籽粒苋的抗旱、耐盐碱以及顽强的复生能力,与其强大的根系有关。因此在贫瘠地、矿区复垦地块可以种植,甚而可用飞机播种等雨萌发。籽粒苋为C4作物,又在维管束鞘有光合作用能力^[5],因此表现高产。例红苋R104刚引进时高2.0~2.5m(图2),经我们30多年培育现已高达4~5m。值得关注的是籽粒苋有一个生长快速期,当其植株高1m左右时直至孕蕾开花为止,每天可长高6~10cm,出苗后只需3个月就可高达4~5m。



图2 籽粒苋R104株型

4.2 高产高效技术创新与应用有利于提高产量

籽粒苋种植与加工上也存在某些难点,这皆与其种性有关。苗期主要怕旱、虫、草害;中期易倒伏;收割期含水量高难以干燥等。在认知种性基础上有针对性地对以顺应种性,与一些企业合作在释放生产潜力的途径上投入了某些策略性的创新技术,取得了明显效果。具体做法有:在播种前用土壤消毒剂杀灭害虫卵与杂草苗,播种时用穴播与滴灌同步进行及延迟滴灌20d以上,使苗期避免了三害;通过精确定植苗数以控制倒伏,也就是定株4500苗/667m²,能起到既通风透光又相互支撑不倒伏的作用;在植株封垄时及时用无人驾驶飞机洒叶面肥;再用专用收割粉碎机将孕蕾期的植株在田间快速切割,粉碎后立即送到筒式烘干机用中温(70℃)快速烘干。据此,已成功制出蛋白质含量达20%~23%,

含水量 20% 左右的苜干草,每 667m² 可加工制备干草 3~5t,将此草用来喂猪后平均可节约粮食饲料 30%~45%,降低饲料成本 5%~10%,又由于全部机械化作业几小时就出干草而使种植到加工共节省了 80% 的用工量。

4.3 运用生态工程技术,既能使生态经济效益高,又可可持续发展 生态工程技术是运用“整体、协调、循环、再生”的生态工程理念^[8]的生态农业技术。这是一条整体思维和系统认知分析与组合的技术,是一条提高资源利用效率,降低成本,生态系统良性循环导致可持续发展的技术。生态工程技术特点是将多个产业链在整体上作完整联结,在运作上使之协调发展,在生态系统发育上导入良性循环,资源可以再生利用,而使各项运作的生态效率提高。这样不仅使整个生态经济效益倍增,而且改善了生态环境^[9]。例如各产业链完美结合时会发挥整体效应而使生态效率提高;又如提取角鲨烯后的老秸秆仍可纳入草产业开发中,其粗蛋白质可达到 7%~10%,与玉米青秸秆饲料相近。以上说明在苜干草开发上有成功经验的基础上,如再与生产角鲨烯原材料联合开发已具有较雄厚的科技支柱。

5 籽粒苋制备青干草与角鲨烯综合开发的可行性

5.1 籽粒苋提取角鲨烯已具有技术可行性 角鲨烯的植物来源广泛,相较于动物来源角鲨烯更具有可持续性,其中含量较高的橄榄油和籽粒苋油更是制备角鲨烯的重要来源^[10]。橄榄油脱臭馏出物中的角鲨烯已经实现了大规模的生产,籽粒苋来源的提取研究也进展迅速^[11]。籽粒苋角鲨烯的高效开发,需不断优化制备工艺,创新提取分离技术,相信在科技创新和持续进步下,在籽粒苋干草开发已有较雄厚基础上,籽粒苋角鲨烯工业化生产和籽粒苋干草实现综合开发利用势在必行。

5.2 籽粒苋干草与角鲨烯原材料综合开发的投入成本可降低 过去籽粒苋角鲨烯未能实现产业化的一个主要原因便是其含量较鲨鱼肝脏和橄榄油低,况且单一提取成本较高。如今在已成功制备籽粒苋高产优质干草的基础上,籽粒苋作为一种可大面积种植的独特而丰富的角鲨烯资源,将在我国的角鲨烯生产中明显具有优于橄榄油的竞争优势。因此籽粒苋干草与角鲨烯原材料综合利用,既形成了各自

的产业链,又能互相联结互相补充,将能大大降低生产成本,提高资源利用率,增强其生态经济效益。

前已述及,籽粒苋干草的蛋白质含量接近紫花苜蓿,而且价格较低廉。当前苜干草价格在 2200~2600 元/t,而紫花苜蓿为 3200~3600 元/t,苜干草的价格平均可降低 1000 元/t,完全可以用苜干草取代紫花苜蓿。此外,原先以大豆加工后的豆粕作为主要蛋白质饲料来源之一,也可以试用苜干草去替代。

据此,角鲨烯的提取要以籽粒苋成功种植为依靠,籽粒苋的种植与制备干草已有成功经验与技术,如二者综合开发可起到相互促进作用。这样不仅可以使成本降低,生态经济效益增高,或许还可以作为国家当今急需角鲨烯作疫苗材料以及蛋白饲料受进口资源限制的双重困境下的一条出路。

参考文献

- [1] Woosik K, Kna M, Zalewska A, Niczyporuk M, Przystupa A W. The importance and perspective of plant-based squalene in cosmetology. *Journal of cosmetic science*, 2012, 64 (1): 59-66
- [2] 岳绍先,孙鸿良,常碧影,陈志平,左江湾. 籽粒苋的营养成分及其应用潜力. *作物学报*, 1987 (2): 151-156
- [3] William U. Breene 苋在消费产品中的作用 // 岳绍先,孙鸿良,唐德富,译. 籽粒苋在中国的研究与开发. 北京:中国农业科技出版社, 1993: 402-412
- [4] 文彦,张东平,王泽远,孙鸿良,岳绍先. 籽粒苋延缓衰老作用的研究. *中国粮油学报*, 1999 (6): 41-45
- [5] 孙鸿良,岳绍先,郝凌云,杨涛,初克森,张燃. 籽粒苋的高产抗逆特性及其开发优质高效青贮饲料的关键技术. *中国饲料*, 2017 (17): 10-13, 20
- [6] 孙鸿良,岳绍先,陈幼春. 创新技术带来籽粒苋优质青贮饲料面世:一种苋培土致富途径介绍. *中国畜牧业*, 2016 (24): 47-49
- [7] 樊守金,陈汉斌,赵遵田. 中国苋属植物种子形态的研究:籽粒苋在中国的研究与开发. 北京:中国科技出版社, 1993: 112-115
- [8] 孙鸿良,齐晔. 从生态农业到生态文明建设:纪念马世骏先生诞辰 100 周年暨生态工程理念发表 36 周年. *中国生态农业学报*, 2017, 25 (1): 8-12
- [9] 孙鸿良,岳绍先. 钱学森提出的第六次产业革命理论在籽粒苋草产业蓬勃发展中得到了验证:纪念钱学森第六次产业革命理论发表 30 周年. *中国种业*, 2015 (3): 9-12
- [10] 刘纯友,马美湖,靳国锋,耿放,王庆玲,孙术国. 角鲨烯及其生物活性研究进展. *中国食品学报*, 2015, 15 (5): 147-156
- [11] Nergia C, Celikkale D. The effect of consecutive steps of refining on squalene content of vegetable oils. *Journal of food science and technology*, 2011, 48 (3): 382-385

(收稿日期: 2021-01-30)