

北方寒区饲肥兼用型油菜综合利用研究进展

毕影东¹, 樊超¹, 周广生², 邱树峰¹, 李炜¹, 刘森¹, 王玲¹, 刘建新¹, 梁文卫¹, 杨光¹, 傅廷栋², 来永才^{1*}

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨, 150086;

2. 华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室, 湖北 武汉, 430070)

摘要: 黑龙江省是国家重要的粮食生产基地, 种植饲肥兼用型油菜可以弥补黑龙江省饲草短缺的问题, 同时饲料油菜作为绿肥作物在改善土壤结构、提升土壤有机质含量方面具有重要促进作用, 本文回顾了饲料油菜在黑龙江省的发展历程, 对饲料油菜引种与品种筛选、种植模式、栽培技术、青贮加工、利用方式等方面进行了综述, 概括总结了北方寒区饲料油菜种植、加工和利用中存在的问题, 对在寒区开展饲料油菜的研究和发展进行了展望。

关键词: 北方寒区; 饲肥兼用型油菜; 种植模式; 轮作体系

中图分类号: S565.4; S963

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2023)03-0437-07

Research progress on comprehensive utilization of fertilizer and forage dual-purpose rape in cold area of north China

BI Ying-dong¹, FAN Chao¹, ZHOU Guang-sheng², QIU Shu-feng¹, LI Wei¹, LIU Miao¹, WANG Ling¹,

LIU Jian-xin¹, LIANG Wen-wei¹, YANG Guang¹, FU Ting-dong², LAI Yong-cai^{1*}

(1. Institute of Crops Tillage and Cultivation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China;

2. National Key Lab of Crop Genetic Improvement, National Rapeseed Genetic Improvement Center, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Heilongjiang Province is an important grain production region in China. Fertilizer and forage dual-purpose rape could compensate the lack of forage grass in this area. As a green manure crop, forage rape plays an essential role in improving soil structure and increasing soil organic matter content. The development of forage rape in Heilongjiang was reviewed in this paper, the introduction and selection of forage rape varieties, planting patterns, cultivation techniques, silage processing and utilization methods were summarized. Existing problems in the cultivation, processing and utilization of forage rape in cold regions of north China were also summarized, and the research and development of forage rape in cold area were prospected.

Key words: cold regions of north China; fertilizer and forage dual-purpose rape; planting pattern; rotation system

我国北方寒区主要包括黑龙江省东北部和西北部, 以及内蒙古东北部地区。黑龙江省耕地面积为 118 301 万公顷, 占全国耕地面积的 9.1%, 是我国最大的商品粮基地, 是保障国家粮食安全的“压舱石”。种植的主要粮食作物为玉米、水稻和大豆, 农作制方式为典型的一年一熟制^[1]。随着种植业结构的调整, 小麦以及杂粮、果蔬等早熟经济作物种

植面积在逐步增加, 早熟作物一般在 7 月中旬收获, 收获后农闲期长, 造成光温资源浪费。此外, 长期连作、化肥使用不合理等因素导致土壤肥力下降, 严重影响北方寒区农业的可持续发展。油菜是我国区域分布最广、播种面积最大的油料作物, 也是植物蛋白和油脂的重要来源, 兼具饲用、肥用、菜用等多种功能^[2]。合理开发油菜的多功能性, 可以大

收稿日期: 2022-03-22

基金项目: 黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2020C004); 国家公益性行业(农业)专项(201503120); 黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX08)

作者简介: 毕影东(1974-), 男, 研究员, 博士, 主要从事油料作物遗传育种研究, E-mail: ydbi308@163.com

* 通讯作者: 来永才, 男, 研究员, 博士, 主要从事作物耕作栽培和遗传育种研究, E-mail: yame0451@163.com

幅度提高油菜的种植效益,促进种养结合、用养结合和一二三产业的深度融合。近年来,北方寒区在油菜多功能开发方面进行了有益的探索,初步集成了一批高效利用模式,为油菜产业发展开创了新的路径,对于农民增产增效、土壤地力培肥、种植业调整结构、促进农牧结合都具有重要的现实意义。

1 北方寒区油菜发展历程

早在1956年,黑龙江省北安农学院自安徽农学院引进3个籽用油菜品种在黑龙江省北部引种成功,公顷产量达400 kg以上。但在1963年以后油菜种植面积愈来愈少,黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所自1975年开始引种油菜,在油菜的适种地区、品种筛选及栽培技术等方面开展了研究。试种结果证明,春油菜一般籽粒产量可达750 kg/hm²,复种油菜籽粒产量可达325 kg/hm²[3]。部分地区出现了高产地块,如1976年合江地区农科所种植小面积试验田,产量达到2460 kg/hm²;1978年大庆农科所的试验地,产量达到3150 kg/hm²,到1978年全省油菜种植面积达10万公顷,但是到了1980年又基本停种了[4,5]。从1983年起由于油菜籽市场行情好,加之引进了加拿大早熟高产的甘蓝型奥罗品种和相继从国外引进的托尔、里金特、威士特等高产新品种在生产上推广应用,促进了黑龙江省油菜生产的发展,到1988年就上升到7万公顷左右。但由于自然条件和社会因素的变化,进入20世纪90年代后期以后油菜种植面积波动很大,每年只有1~3万公顷左右,种植面积多集中于黑龙江垦区,由于缺乏适宜品种和栽培技术等原因,种植面积逐年减少[5]。

饲料油菜的种植与开发利用在黑龙江一直未开展。2011年,华中农业大学傅廷栋院士团队与黑龙江省农业科学院合作的“东北春小麦复种饲料油菜栽培技术集成与示范”项目启动,当年黑龙江省麦后复种饲料油菜试验获得成功,第二年示范面积增至约70公顷。之后在齐齐哈尔、大庆、佳木斯、牡丹江等地饲料油菜先后试验推广成功[6,7]。近几年,在饲料油菜品种选育与筛选、配套栽培技术、肥密效应以及对耕层土壤养分的影响等方面做了大量的研究工作,初步形成了适合不同区域的栽培技术模式,探讨了养分吸收规律及施肥效应,为饲料油菜的推广和利用奠定了重要基础。

2 饲料油菜引种与品种筛选

华油杂62是黑龙江省首个引种的饲料油菜品种,该品种由傅廷栋院士选育,属甘蓝型半冬性双

低油菜杂交种,收获期80 d左右。抗倒性强,耐寒性较强,综合性状优良,丰产性好。经农业部油料及制品质量监督检验测试中心检测,华油杂62籽粒中平均芥酸含量为0,饼粕硫苷含量29.64 μmol/g,含油量43.46%^[8]。为筛选适宜在黑龙江不同区域种植的优质饲料油菜品种,2015–2017年毕影东等在黑龙江省哈尔滨市、海伦市、佳木斯市、克山县、大庆市5地开展品种比较试验,以华油杂62作为对照,共鉴定了饲62-f2、饲12-P38、饲13-15等23份材料,结果表明:23个品种中有9个品种在1个或1个以上试验点的产量比对照增产20%以上,金油158、15-P15和12-P38的产量较高,平均每公顷比华油杂62产量高100~300 kg。饲12-P38在哈尔滨、克山和佳木斯产量表现良好,综合不同年际及各点生长发育及产量数据,确定该品种为综合性状表现最好的饲用品种,并于2020年通过农业部品种认定,成为首个在黑龙江认定的春季或夏季种植的饲料油菜品种^[9,10]。王志坤等进行了9个基因型油菜的比较试验,结果也筛选出饲12-P38和华油杂62作为黑龙江省麦后复种的油菜品种。吴迪等以8个饲料油菜品种为研究对象,在黑龙江省不同生态区进行适应性鉴定。结果表明:快生型品种叶片小、茎秆纤细、开花早、营养生长期短、物质积累量低,粗蛋白等营养成分含量低、纤维含量高,影响饲喂品质;慢生型品种植株矮小、叶片数量少,不利于机械化收获,生长速度慢、养分积累量低,不适合做青饲料;中生型品种植株高度适中,植株叶片宽大数量多,鲜重产量高、品质好,熟期适中,在黑龙江省可以种植2季。饲12-P38是典型的中生型油菜品种,粗蛋白含量最高,不溶性膳食纤维、碳水化合物和热量位于早熟和晚熟品种之间,而且适宜在盐碱土和连作大豆土壤种植^[11]。

3 饲料油菜栽培技术及种植模式

3.1 播种期及种植密度

温度和光照是影响饲料油菜产量和品质的两个重要因素。肖佳雷等研究表明,小麦收获后于8月10日左右机械播种饲料油菜,借助前茬麦基础肥力,全生育期不施肥,播种量22.5 kg/hm²,生物学产量可达82 500 kg/km²^[12]。王志坤等设置了8个饲料油菜品种比试验,于7月30日播种,相同条件下出苗期一致,进入抽薹期、开花期的时间差异较大,结果显示:品种12-P38在试验地区最晚进入抽薹开花期,华油杂62次之,吴13918最早,说明不同品种在

相同播期条件下,生长表现存在显著差异^[13]。刘明等以华油杂62为供试材料,分析了麦后不同播期饲料油菜的产量和品质,结果表明:7月15日播种的饲料油菜株高、产量、营养元素含量(钾、镁、磷)、热量、粗蛋白、粗脂肪、碳水化合物、粗纤维含量均高于8月10日播种的油菜,说明提早播种可以更加有效地利用光、热资源,提高饲料油菜的产量和品质。毕影东等为了研究在多熟种植模式下饲料油菜产量性状差异,采用3个品种4个播期试验设计(结果未发表)。结果发现,不同播期间株数、株高、鲜重及干重差异达到显著水平。整体水平分析表明,同一品种播期最早的株高、鲜重及干重最高,3个品种平均鲜重为36 523.95 kg/hm²;播期×品种的互作效应为正效应,最佳组合是华油杂62,4月22日播种,鲜重达到43 368.75 kg/hm²。在北方高寒地区,由于生长时间短,又以收获营养体为目的,因此适当增加播种量或种植密度是提高复种油菜产量的重要方法。

3.2 需肥规律和施肥水平

研究表明,施肥能显著提高或改善复种油菜株高、叶面积指数、相对生长率以及群体同化率和生长率。饲料油菜产量形成的物质基础是干物质积累量,在饲料油菜整个生育期中,随着生长发育进程的推进,干物质累积在各器官中的分配比例也截然不同。因此,合理施肥对于促进饲料油菜植株各器官营养元素的吸收以及光合产物的合成等有重要作用。段玉等研究了氮磷钾的施肥效果、产量反应和氮磷钾养分吸收规律。结果表明,氮磷钾配合施用处理饲料油菜产草量最高,氮磷钾单独施肥效果为氮肥>磷肥>钾肥。休闲处理和麦后复种饲料油菜施用氮磷钾处理可以提高土壤有效磷含量,同时土壤速效钾含量有所降低^[14]。张力等在新疆石河子市,采用随机区组试验,设置6个施肥处理对油菜施肥模式进行研究,结果表明:施用底肥与否对饲料油菜产量影响不显著,生育期施用正常肥量与不施肥或减少施肥量相比,饲料油菜产量显著增加^[15]。然而,刘明等在黑龙江哈尔滨的研究则表明:在不施基肥条件下油菜株高及鲜重产量与施肥处理差异显著,在施基肥条件下各品种的鲜重产量存在差异,说明适量增施底肥是提高饲料油菜产量重要措施之一,综合不同品种产量变化趋势数据分析,最佳施肥量为底肥施磷酸二铵150 kg/hm²^[7]。上述2个研究的结果也说明:不同栽培条件下不同油菜品种的饲料油菜在需肥规律上有一定差异,应根

据前茬作物情况、土壤养分基础和耕作栽培条件合理地进行施肥。

3.3 收获时期和营养物质积累

研究表明,生育期是影响饲料油菜营养含量的重要因素。王洪超等在黑龙江省海伦市以华油杂62为研究对象,利用康奈尔净碳水化合物和蛋白质体系(CNCPS)的分析方法研究了饲料油菜现蕾期、盛花期和角果期饲料油菜营养组分变化规律。结果表明,在整个生育期中,干物质、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、木质素水平表现为增加的趋势;粗灰分、中性洗涤不溶蛋白、酸性洗涤不溶蛋白水平有降低的趋势。盛花期的粗蛋白、可溶性蛋白、非蛋白氮含量较现蕾期分别高19.3%、25.05%、16.83%,较角果期分别高126.78%、0.94%、148.16%;蛋白质组分中,盛花期的不可利用蛋白质含量分别低于现蕾期47.09%和角果期23.27%;碳水化合物组分中,快速降解部分含量随着生育期的增长,呈现递减趋势,盛花期的缓慢降解部分分别高于现蕾期215.35%、高于角果期3.10%;角果期的不可利用部分含量分别高于其现蕾期724.37%、盛花期89.11%($P<0.05$)^[16]。进一步研究饲料油菜在奶牛瘤胃内的降解规律表明,随着生育时期的推进,干物质瘤胃降解率呈降低趋势,由高到低依次为现蕾期、盛花期和角果期;饲料油菜生育时期对降解参数快速降解部分(a值)、慢速降解部分(b值)和有效降解率(ED)的含量有较大影响,盛花期的中性洗涤纤维a值和b值显著高于角果期的相应降解部分。盛花期的粗蛋白有效降解率、干物质ED和中性洗涤纤维ED显著高于角果期。不同生育时期饲料油菜在瘤胃降解率不同,盛花期的粗蛋白ED高于现蕾期和结荚期,干物质ED和中性洗涤纤维ED都表现为角果期最低^[17]。毕影东等为明确收获期对饲用油菜青贮加工品质的影响,研究了抽薹初期、抽薹期、盛花期、角果初期和收获期油菜养分的变化,结果表明,收获期的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、灰分、碳水化合物、热量差异达到极显著水平。不同收获时期油菜的养分总量、热量呈现由抽薹期向角果期积累增加的过程,养分平均总量由抽薹初期为70.02%,至角果期增加到92.56%,增幅为32.19%,抽薹初期热量平均为294.75 kJ/100kg,至角果期增加到398.05 kJ/100kg,增幅为35.04%。不同营养成分在不同时期的积累趋势有所差异,粗蛋白、粗脂肪和碳水化合物含量增长幅度不大,粗蛋白和粗脂肪平均幅度在1%~2%左右,碳水化合物

平均幅度4.9%,灰分的含量表现略有下降的趋势,粗纤维含量增加趋势明显,增幅较大,平均增长18.92%^[10]。以上研究为饲料油菜的合理开发和利用提供理论依据。

3.4 种植模式

3.4.1 免耕复种模式 免耕复种模式是黑龙江省最早引入的饲料油菜栽培技术,适宜用于黑龙江省西部、北部小麦产区。一般在7月中旬小麦收获后复播饲料油菜^[12,18]。麦茬高度不宜超过10 cm,不整地,雨前或雨后播种最好,节约水资源,降低复播成本。采用种肥混拌免耕机械条播,行距15 cm左右,混拌比例为种子:复合肥=1:10左右,播种量为15.0~22.5 kg/hm²。可用甲好清、毒死蜱等进行虫害防治,喷杀一遍后,间隔3~5 d再喷杀一遍,防治效果更佳。禾本科杂草可用高效盖草能乳油750 mL/hm²兑水50 kg进行喷雾,6~8 d全株死亡。阔叶型杂草可用高特克600~750 mL/hm²兑水50 kg进行喷雾。饲料油菜在盛花期时,用专用青贮收获机械进行收获,收获后与其他秸秆混合,使水分含量达到45%~50%,满足青贮要求,发酵好后以备牲畜食用。

3.4.2 双季种植模式 双季种植模式适宜于黑龙江省中南部畜牧业集中区域,是提高土地收获指数、解决畜牧业青贮饲料短缺的重要途径^[19,20]。笔者团队通过在齐齐哈尔、宾县等地开展种植两季饲料油菜试验^[21],总结栽培技术要点为:5月中旬播种,播种前7 d,喷施41%草甘膦异丙铵除草,可用专用播种机或小麦播种机播种,种肥1:7左右混拌,肥箱下种,播种量为15.0~22.5 kg/hm²。播种深度为2 cm左右,播后镇压。苗后可用高效氟吡甲禾灵乳油、草除灵等防治杂草,用吡虫啉、高效氯氰菊酯等防治蚜虫、菜青虫等害虫。饲料油菜在盛花期时,用专用青贮收获机械进行收获,一般双季饲料油菜平均鲜重产量每公顷可达60 000 kg左右。

3.4.3 休耕地绿肥还田模式 油菜用作绿肥对土壤修复及改良效果突出,绿肥油菜不仅可以提高土壤中氮、磷、钾等营养成分,而且明显提高土壤中的有机质含量,大量研究表明油菜作为绿肥还田有效促进了后茬作物如水稻、棉花、玉米等作物对磷素、钾素的吸收和利用,从而显著提高后茬作物产量^[22~26]。主要栽培技术要点为:一般可根据土壤情况4月25日左右播种,7月中旬盛花期利用粉碎还田、深松深翻等配套技术翻压还田。周德平等研究表明5000 kg/hm²压青还田处理下土壤微生物碳源综

合代谢活性最强,生物多样性较高,Shannon指数及均匀度指数均高于其他还田量处理,更有利于土壤微生态系统稳定^[27]。董章辉等在油菜翻压后复种棉花,分析绿肥油菜对土壤营养成分、微生物菌落结构和棉花生长情况的影响。结果表明,绿肥油菜处理下有机质、有效磷和速效钾提高更明显,同时提高了土壤微生物菌群多样性,尤其真菌比细菌提高明显^[28]。笔者团队通过对小麦-油菜-大豆-玉米(小麦)轮作模式下定位监测,研究表明饲料油菜显著提升了土壤养分及酶活性,有机质含量提升1.65%~12.29%,蔗糖酶活性提升25.9%~43.5%;油菜还田后对土壤pH值、全氮的影响不大,与对照比较,油菜还田后有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量增加,其中0~7.5 cm表层土壤的有机质、碱解氮、速效钾增幅大于7.5~15 cm下层土壤的增幅,而7.5~15 cm下层土壤的有效磷增加幅度大于0~7.5 cm的表层土壤增加幅度(未发表)。

4 饲料油菜综合利用方式

4.1 饲用及青贮加工

饲用油菜可以弥补青绿优质饲料缺口,推广饲料油菜有助推进“粮改饲”政策的实施^[29]。20世纪90年代,双低油菜育种成功后,饲料油菜重新受到关注。饲料油菜生产及加工利用受到我国多个地区的重视,湖北、宁夏、甘肃、新疆、内蒙古等地开展了饲用油菜的加工利用技术研究^[2,15,20,30,31]。赵娜等通过添加不同来源碳水化合物进行青贮比较试验,结果表明,添加各碳水化合物原料均可以显著降低油菜的含水量至70%以下,可改善青贮感官品质,显著提高乳酸含量,降低pH,其中玉米粉与油菜混合青贮后因感官评分高、乳酸含量最高且氨态氮含量最低,被认为效果最佳^[31]。阴法庭等以盛花期收获的饲料油菜与玉米秸秆为原料,按不同比例混贮,通过青贮发酵及营养品质分析发现:饲料油菜单贮的干物质含量较低,玉米秸秆单贮的营养品质较差,均不宜单独调制青贮饲料;混贮处理后的酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、粗灰分含量均介于饲料油菜与玉米秸秆单贮之间,营养品质得到明显改善,达到提高青贮品质的目的;饲料油菜与玉米秸秆7:3混贮处理的粗蛋白和粗脂肪含量显著高于玉米秸秆单贮与其它混贮处理,pH值、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维含量显著低于玉米秸秆单贮与其它混贮处理。通过综合比较分析,以饲料油菜与玉米秸秆7:3的混贮处理品质较好,可作为饲料油菜与

玉米秸秆混合青贮配比方案^[32]。

黑龙江开展饲料油菜青贮加工利用研究开展相对较晚,刘明等研制了青贮饲料配方,研发了适合北方高寒地区的精简高效青贮工艺,油菜粉碎样品10吨与2吨配方干料(糖蜜、麦麸、啤酒糟、豆粕、玉米粉)和50 kg发酵菌液混拌后,填装在直径2 m、高约2 m的塑料圆柱袋中,边填装边压实,填满后封口密封,作为一个青贮单元,贮存发酵后粗蛋白提高2%~5%、灰分含量提高1%~2%,与其他精饲料比较,饲料油菜青贮后喂养民猪,每头猪可节约成本25%~30%。喂养饲料油菜的民猪肉质中氨基酸、蛋白质等营养品质增加^[33]。利用饲料油菜15~20 kg,稻草6~8 kg,玉米秸秆4 kg,酒糟10 kg,精饲料1.5 kg混合后制成的配方饲料喂养肉牛,与其他饲料比较,牛日增重增加了0.1 kg,同时肉牛瘦肉率和熟肉率显著增加,商品价值显著提升^[34]。

4.2 肥用与轮作体系构建

长江流域是我国水稻和冬油菜的主要产区,水稻-油菜轮作种植是被广泛研究与利用的轮作模式。在甘肃、内蒙等旱作产区,油菜作为绿肥被广泛应用于小麦-油菜-玉米轮作,大豆-油菜轮作,马铃薯-油菜等轮作体系的构建,有力促进了农业的可持续发展^[26,35,36]。谭雪莲等利用长期大田定位试验研究了马铃薯连作、马铃薯-小麦复种油菜-马铃薯、马铃薯-豌豆复种油菜-马铃薯、小麦-豌豆复种油菜-马铃薯四种不同复种轮作模式对马铃薯耗水特性、水分利用效率和产量的影响。结果表明,马铃薯轮作系统复种油菜增加了降雨入渗深度、土壤贮水量和耗水深度,降低了阶段性耗水量,提高了马铃薯产量和水分利用效率^[37]。在冀中南地区,通过比较冬油菜与冬小麦的种植效益对冬油菜替代冬小麦的可行性进行分析,发现冬油菜较冬小麦节水,经济效益和生态效益均较好,可以替代冬小麦。田间验证结果显示,冬油菜除不宜与超早熟棉轮作外,与其他试验作物均可进行轮作,其中与早熟玉米、糯玉米和谷子轮作效果较好^[38]。笔者团队先后在齐齐哈尔、佳木斯等地开展了以玉米、大豆为主,饲料油菜等经济作物为辅的用地、养地有效结合的新型轮作模式研究,结果表明,油菜与玉米、大豆轮作后,大豆品质(脂肪和蛋白含量)均高于连作,轮作在增加作物产量的同时,也提高了土壤的有机质和有效磷的含量,可以促进黑土耕地质量的稳定与提升,提高黑土资源的生产能力。

4.3 花用与生态旅游

随着社会经济飞速发展,现代农业不再局限于生产功能,观光生态农业已经成为农业可持续发展的重要途径^[2]。花用油菜是观光休闲农业的重要资源,充分发挥了油菜营养健康、旅游、生态等多重功能。以此为基础,黑龙江省创新了饲料油菜综合利用研究的模式,齐齐哈尔碾子山等地每年的万亩油菜花海吸引了众多游客旅游观光,成为当地观光旅游的亮点,同时在饶河县小南河、饶河四排赫哲族乡、哈尔滨普罗旺斯薰衣草庄园、哈尔滨哈什河国家湿地公园、哈尔滨知青公园等地以油菜花海旅游拉动延伸旅游产业,如旅游运输业、乡村农家乐、摄影大赛等,打造了油菜产业升级版,起到了良好的示范带动作用,推动了乡村振兴和“健康中国”战略实施。

4.4 盐碱地改良

据统计我国盐碱地总面积已超过3460万公顷,还存在大量宜农荒地亟待改良和开发,开展盐碱地综合治理研究对有效提高我国可耕种土地面积和提升粮食具有重要作用。在多种盐碱地改良方法中,种植耐盐碱植物是较为快速和有效的方法^[39]。饲料油菜作为一种重要的绿肥作物通过翻压还田等可以有效提高土壤的有机质和微生物多样性,是盐碱地改良重要潜力作物,因此多位研究者利用油菜进行了大量的盐碱地改良研究。早在1979年,李国林等就在营口的沿海盐碱水稻田进行过复种油菜还田的研究,有效提高了水稻产量^[40];2010年以后,刘东洋等、范倩玉等和严中琪等分别在新疆石河子、山西应县和浙江舟山等地利用饲料油菜开展盐碱地改良的研究,在土壤微生物多样性、有机质含量、pH值、Na⁺离子含量等方面都取得了一定的效果^[41-43]。王旺年等则利用饲料油菜、玉米、青贮玉米、大豆、小麦、谷子、高粱等多种作物进行了盐碱地改良试验,结果发现:油菜对土壤Na⁺的富集量均显著高于其他作物,同时也显著降低了土壤全盐量和Na⁺含量,说明油菜在盐碱地的土壤修复中具有巨大潜力^[44]。

5 结语与展望

我国饲料油菜综合利用研究较快,特别是在栽培技术、青贮加工、绿肥还田及轮作体系构建等方面研究的越来越深入。黑龙江省饲料油菜综合利用研究起步晚,发展饲肥兼用型油菜对于黑龙江种植业结构调整以及盐碱地改良有较好的趋势和前

景。目前黑龙江省的相关研究多集中在品种筛选和复种模式上,适于黑龙江种植饲料油菜专用品种还不多,目前仅认定1个饲料油菜品种,后续需要加强品种选育工作以及配套的高产高效轻简栽培技术;近年来,国家加强了盐碱地改良的政策指导力度,黑龙江省作为我国重要的商品粮基地,盐碱地面积超过200万公顷,盐碱地改良的工作迫在眉睫,因此加快耐盐碱油菜品种的筛选和培育工作就成为了未来科技工作者的重要研究方向。此外,由于受气候环境、青贮加工设备、工艺等条件的限制,适合北方高寒地区饲料油菜的采收、青贮和加工等关键技术体系还不是十分完备,特别是通过与其它作物秸秆混合后的贮存技术、规模化标准化加工生产工艺和饲喂技术的研究还比较欠缺,因此推进油菜综合利用的自动化和轻简化也是未来的主要研究方向。

参考文献:

- [1] 李明,甄善继,高祺,等.黑龙江省作物种植结构演变特点与调整对策研究[J].中国农业资源与区划,2018,39(5):46-53. DOI: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20180507.
- [2] 傅廷栋,涂金星,张毅,等.在我国西北部地区麦后复种饲料油菜的研究与利用[J].中国西部科技,2004,3(6):4-7.
- [3] 李其恕,张泰.黑龙江省北部地区试种油菜成功[J].农业科学通讯,1957(3):181.
- [4] 杨香久,许忠仁.对黑龙江省发展油菜的几点看法[J].中国油料,1979,1(1).
- [5] 杨树存,矫江.黑龙江省发展油菜生产的前景[J].黑龙江农业科学,1989(4):41-43.
- [6] 肖佳雷,来永才,刘明,等.东北春小麦麦后复种饲料油菜栽培技术[J].黑龙江农业科学,2014(12):156. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2767.2014.12.044.
- [7] 刘明,李炜,毕影东,等.黑龙江省早熟作物复种饲料油菜研究进展[J].黑龙江农业科学,2016(8):142-144. DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2016.08.0142.
- [8] 刘兆进,柴武高,林东.双低甘蓝型杂交油菜新品种华油杂62[J].甘肃农业科技,2015(2):75-76. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.02.029.
- [9] 吴迪,刘明,张振宇,等.适宜在黑龙江省种植的饲料油菜品种筛选[J].饲料研究,2021,44(20):89-92. DOI: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2021.20.019.
- [10] 毕影东,刘明,周广生,等.黑龙江省饲料油菜品种筛选与种植技术研究[J].中国油料作物学报,2019,41(6):835-841. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2019175.
- [11] 王志坤,刘明,邵立刚,等.适宜黑龙江三四积温带春小麦复种的饲料油菜品种筛选[J].黑龙江农业科学,2016(1):17-19. DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0017.
- [12] 王志坤,邵立刚,车京玉,等.齐齐哈尔地区甘蓝型双低油菜兼收栽培技术要点[J].特种经济动植物,2021,24(1):42,47. DOI: 10.3969/j.issn.1001-4713.2021.01.018.
- [13] 刘明,肖佳雷,李炜,等.不同播期对北方寒地麦后复种饲料油菜产量和品质的影响[J].安徽农业科学,2014,42(36):12933-12934. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2014.36.055.
- [14] 张力,张占琴,杨相昆.不同施肥方式和施肥量对麦后复种饲料油菜产量及经济效益的影响[J].新疆农垦科技,2021,44(5):44-46. DOI: 10.3969/j.issn.1001-361X.2021.05.021.
- [15] 段玉,张君,景宇鹏,等.河套灌区麦后复种饲料油菜养分吸收规律及施肥效应[J].中国油料作物学报,2017,39(6):848-854. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2017.06.017.
- [16] 王洪超,刘春龙,刘大森,等.利用CNCPS体系评价不同生育期饲料油菜的营养价值研究[J].饲料工业,2016,37(21):31-34. DOI: 10.13302/j.cnki.fi.2016.21.006.
- [17] 王洪超,刘春龙,刘大森,等.不同生育期饲料油菜瘤胃降解特性的研究[J].土壤与作物,2017,6(4):263-269. DOI: 10.11689/j.issn.2095-2961.2017.04.004.
- [18] 王振,张淑芬.黑龙江省发展生态畜牧业的优势分析[J].现代畜牧科技,2017(7):3-4. DOI: 10.19369/j.cnki.2095-9737.2017.07.002.
- [19] 王占哲,王刚.发展黑龙江牧草产业的思考[J].土壤与作物,2006,22(1):63-65.
- [20] 王洪超,刘大森,刘春龙,等.饲料油菜及其饲用价值研究进展[J].土壤与作物,2016,5(1):60-64. DOI: 10.11689/j.issn.2095-2961.2016.01.009.
- [21] 刘明,来永才,毕影东,等.种植密度与采收时期对复种饲用油菜产量和品质的影响[J].饲料研究,2019,42(8):96-99. DOI: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2019.08.026.
- [22] 张继铭,刘冬碧,余延丰,等.棉花-油菜轮作制中磷·钾肥合理分配研究[J].安徽农业科学,2009,37(4):1644-1645,1658. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2009.04.076.
- [23] 田冬,高明,黄容,等.油菜/玉米轮作农田土壤呼吸和异养呼吸对秸秆与生物炭还田的响应[J].环境科学,2017,38(7):2988-2999. DOI: 10.13227/j.hjks.201612188.
- [24] 常银川,陈奕喧,窦源,等.黑豆-油菜与大豆-油菜轮作模式土壤镉修复能力比较[J].作物研究,2020,34(2):153-157,160. DOI: 10.16848/j.cnki.

- issn.1001-5280.2020.02.12.
- [25] 汤春纯, 余乾, 文炯, 等. 不同施肥模式对油菜—棉花轮作产量及土壤养分的影响[J]. 湖南农业科学, 2020 (7): 36-40. DOI: 10.16498/j.cnki.hnny-kx.2020.007.010.
- [26] 张国平, 张绪成, 侯慧芝, 等. 甘肃东部半干旱区小麦—油菜—玉米轮作培肥技术规程[J]. 甘肃农业科技, 2020 (5): 80-82. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.021.
- [27] 周德平, 吴淑杭, 褚长彬, 等. 油菜绿肥还田对后茬水稻产量、稻田土壤理化性状及微生物的影响[J]. 上海农业学报, 2020, 36(5): 68-73. DOI: 10.15955/j.issn1000-3924.2020.05.14.
- [28] 董章辉, 王虎, 张艳丽, 等. 绿肥油菜与棉花复种对土壤养分、土壤微生物及棉花产量的影响[J]. 河北农业大学学报, 2021, 44(6): 37-44. DOI: 10.13320/j.cnki.jauh.2021.0099.
- [29] 汪波, 宋丽君, 王宗凯, 等. 我国饲料油菜种植及应用技术研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 695-701. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.012.
- [30] 范玲, 何文寿, 贾彪. 宁夏引黄灌区麦后复种饲料油菜生长发育规律及其主要性状分析[J]. 西南农业学报, 2018, 31(7): 1355-1359. DOI: 10.16213/j.cnki.sc-jas.2018.7.005.
- [31] 赵娜, 杨雪海, 魏金涛, 等. 不同生长期饲用油菜的营养价值和青贮发酵品质[J]. 草业科学, 2020, 37(5): 933-941. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0449.
- [32] 阴法庭, 张玉龙, 石婧, 等. 饲料油菜与玉米秸秆混合青贮品质研究[J]. 草地学报, 2018, 26(4): 1011-1019. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0462.
- [33] 刘明, 毕影东, 何鑫森, 等. 饲料油菜青贮加工品质及民猪的饲喂效果研究[J]. 饲料研究, 2019, 42(9): 51-54. DOI: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2019.09.013.
- [34] 易四凤, 杨华, 余陵峰, 等. 新鲜饲料油菜对肉牛育肥效果的研究[J]. 中国饲料, 2017(20): 39-40. DOI: 10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20172010.
- [35] 李银水, 余常兵, 廖星, 等. 湖北省不同油菜轮作模式下作物施肥现状调查[J]. 中国农学通报, 2012, 28(36): 205-211. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6850.2012.36.035.
- [36] 刘渊博, 田莉华, 张清平, 等. 油菜—冬小麦轮作系统中冬小麦的粮饲兼用性能[J]. 草业科学, 2014, 31(7): 1336-1342. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2013-0405.
- [37] 谭雪莲, 郭天文, 张平良, 等. 不同复种油菜—轮作模式对马铃薯耗水特征及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(2): 137-142, 149. DOI: 10.7606/j.issn.1000-7601.2021.02.18.
- [38] 卢川, 翟黎芳, 李悦有. 冀中南地区冬油菜与夏播作物轮作可行性研究[J]. 河北农业科学, 2021, 25(3): 39-44, 70. DOI: 10.12148/hbnykx.20210039.
- [39] 周和平, 张立新, 禹锋, 等. 我国盐碱地改良技术综述及展望[J]. 现代农业科技, 2007(11): 159-161, 164. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5739.2007.11.120.
- [40] 李国林, 李星国, 岳景范, 金艳春. 绿肥油菜对盐碱地水田的改土增产效果[J]. 土壤通报, 1979, 10(1): 17-20. DOI: 10.19336/j.cnki.trtb.1979.01.006.
- [41] 刘东洋, 徐接亮, 张凤华. 不同油菜品种对盐碱土壤理化性质与微生物多样性的影响[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(2): 246-257. DOI: 10.6048/j.issn.1001-4330.2019.02.006.
- [42] 范倩玉, 李晋, 刘振华, 等. 饲用油菜对盐碱地土壤改良效果探究[J]. 河南农业科学, 2020, 49(11): 71-78. DOI: 10.15933/j.cnki.1004-3268.2020.11.009.
- [43] 严中琪, 朱家骝, 吴国泉. 5个油菜品种耐盐性试验及盐碱地改良应用[J]. 浙江农业科学, 2021, 62(12): 2407-2409. DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20212375.
- [44] 王旺年, 葛均筑, 杨海昌, 等. 大田作物在不同盐碱地的饲料价值评价[J]. 作物学报, 2022, 48(6): 1451-1462. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2022.14051.

(责任编辑:郭学兰)