

耐盐碱油菜品种选育及修复利用盐碱地研究进展

汪波¹, 文静¹, 张凤华², 李立军³, 来永才⁴, 任长忠⁵, 鲁剑巍¹, 沈金雄¹, 郭亮¹, 周广生^{1*}, 傅廷栋^{1*}

1. 华中农业大学植物科技学院, 武汉 430070
2. 石河子大学农学院, 石河子 832000
3. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010010
4. 黑龙江省农业科学院, 哈尔滨 150086
5. 白城市农业科学院, 白城 137099

摘要 中国有 1.0×10^8 ha 盐碱地资源, 其中 0.33×10^8 ha 有开发利用潜力。修复、利用盐碱地有重要的经济、生态和社会效益。经过 10 多年的研究, 华中农业大学选育出耐盐碱甘蓝型油菜“华油杂 62”等品种, 在中国滨海盐碱地和内陆盐碱地均能生长良好, 可收获青鲜油菜 $4.5 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^4$ kg/ha, 也可翻耕作绿肥。耐盐碱油菜具有“利用”与“改良”盐碱地相结合的特色, 是改良利用盐碱地最有优势的大田作物。利用耐盐碱油菜、农牧结合等综合措施, 是修复、利用盐碱地经济有效、可持续发展的途径。

关键词 油菜; 耐盐碱; 品种选育; 盐碱地修复

中国盐碱地多集中在干旱半干旱等农业欠发达的区域, 由于降水稀少、蒸发强烈导致土壤盐碱化, 严重影响农业生产。中国盐碱地资源近 15 亿亩, 占国土面积的 10.3%, 约有 75% 没有开发利用^[1], 其中约有 5 亿亩具有开发利用潜力。习近平

总书记 2021 年 10 月 21 日在黄河三角洲考察时指出: “18 亿亩耕地红线要守住, 5 亿亩盐碱地也要充分开发利用。如果耐盐碱作物发展起来, 对保证中国粮仓、中国饭碗将起到重要作用。”总书记的指示充分说明改良盐碱地的战略意义, 为如何改良盐碱

收稿日期: 2021-10-12; 修回日期: 2021-11-25

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201503120); 湖北洪山实验室研究基金项目(2021HSZD004)

作者简介: 汪波, 副教授, 研究方向为饲料作物栽培模式及机理, 电子信箱: wangbo@mail.hzau.edu.cn; 文静(共同第一作者), 副教授, 研究方向为油菜遗传育种, 电子信箱: wenjing@mail.hzau.edu.cn; 周广生(通信作者), 教授, 研究方向为油菜高产高效栽培, 电子信箱: zhousg@mail.hzau.edu.cn; 傅廷栋(通信作者), 教授, 中国工程院院士, 研究方向为主油菜遗传育种, 电子信箱: futing@mail.hzau.edu.cn

引用格式: 汪波, 文静, 张凤华, 等. 耐盐碱油菜品种选育及修复利用盐碱地研究进展[J]. 科技导报, 2021, 39(23): 59-64; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.23.009

地指明了方向。

中国盐碱地广泛分布在东北、华北、西北内陆地区及长江以北沿海地带,且呈现整体恶化、面积不断增加的趋势,盐碱区大致分为3大类^[2]:(1)西北地区为硫酸钠、碳酸钠为主的内陆盐碱区;(2)东北以碳酸钠、碳酸氢钠为主的苏打盐碱的内陆区;(3)东部和华南沿海以氯化钠为主的沿海盐碱区。除了存在大量未开发的盐碱地资源外,一些耕地也存在次生盐碱化问题,如新疆耕地次生盐碱化最严重,占该区耕地面积30.6%;内蒙古次之,盐碱地占该区耕地面积23.8%;甘肃河西走廊地区盐碱化耕地占现有耕地面积的14.7%^[3]。中国主要盐碱地分布在边远少数民族、农牧结合地区,修复、改良盐碱地,发展畜牧业,对乡村振兴、生态环境的可持续发展和社会稳定有重要意义。

中国盐碱地资源占世界10%,修复、利用盐碱地是国际重要课题。目前,国内外对盐碱地的改良主要有物理、化学和生物等改良修复方法^[4]。但区域盐碱地治理与利用方面还存在很多问题,主要是投入大、时间长、效益低。开展盐碱地治理及修复研究,对合理高效利用盐碱地、改善盐碱地质量和提高盐碱地生产力具有重要作用。其中,种植耐盐碱植物是修复和治理盐碱地的重要措施^[4-5]。因此,在当前新形势下,傅廷栋研究团队依据生态系统的理论,试图将盐碱地资源的开发利用与发展特色种植业和生态养殖业有机结合,找寻盐碱地改良利用与生态保护的结合点,实现农牧结合,建立新型农业循环模式,以解决传统盐碱地修复、利用的难题。

1 耐盐碱油菜品种的选育和鉴定

2005年,华中农业大学开始进行耐盐碱油菜的研究工作。2007年秋,在江苏大丰新垦滩涂地(含盐量在0.6%~0.8%之间)上布置300亩耐盐品种“华油杂7号”示范,2008年夏收,油菜籽产量达1950 kg/ha(当时全国平均产量为1800 kg/ha),而同田块的小麦几乎全部失收(图1)。迄今为止,建立了一套同时可容纳超过6000株油菜的水培系统

及半自动的表型组鉴定平台。利用水培系统,分别在1.35%的NaCl和0.2%Na₂CO₃溶液下对数百份油菜种质材料进行苗期耐盐碱性鉴定及评价,鉴定出8份稳定的种质资源,筛选、育成“华油杂62”“华油杂158”“饲油2号”等耐盐碱品种,并开展耐盐碱相关基因定位研究^[6]。与此同时,一方面继续利用表型组平台及实地种植等方法扩大(近2000份)资源筛选鉴定,另一方面在农业农村部农业公益性项目资助下,在新疆、内蒙古、黑龙江、吉林、辽东、山东、天津、江苏、广东等地布置试验或生产示范,在不同条件下鉴定品种的耐盐碱稳定性。



注:2008年,江苏大丰农户承包盐碱地300亩。夏季作物为水稻,冬季作物为油菜和小麦,是新垦海滩地,盐分高,小麦生长受到严重抑制(a),而油菜生长正常(b),“华油杂7号”亩产超过1950 kg/ha。

图1 江苏大丰农户承包盐碱地种植情况

“华油杂62”在盆栽条件下,能在盐(NaCl)含量为1.2%,甚至1.5%条件下生长^[7];内蒙古农业大学李立军等2017—2018年测定8个油菜品种,“华油杂62”在含盐量0.1%处理条件下,地上部分生物量79485 kg/ha,居第3位;0.3%处理为72720 kg/ha,居第一位,两处理间相差6765 kg/ha,说明“华油杂62”具有较强的耐盐碱特性(数据来源:公益性行业项目汇报资料)。

对耐盐碱品种除进行盆栽和小区试验外,还进行大规模的生产示范。2017年7月15日新疆石河子大学在盐碱荒地(pH值为10.2~11.2,含盐量0.4%~0.5%)播种“华油杂62”和“饲油2号”340亩,9月18日召开全国现场会,专家测产每公顷产鲜饲料(绿肥)油菜48000~67500 kg(生长期62 d)(图2)。2018年10月在浙江苍南正大集团新垦海滩荒地(NaCl含量0.8%~1.0%)播种“饲油2号”93.73 ha,2019年3月召开全国耐盐碱油菜现场会,测产鲜饲



图2 新疆石河子大学在盐碱荒地播种饲料油菜现场

料(绿肥)46350 kg/ha。黑龙江农科院在大庆苏打盐碱地(pH值为8.7~9.0,含盐量0.4%~0.6%)鉴定“华油杂62”和“金油158”,7月25日播种,9月下旬收获(生长60 d),每公顷产青饲料(绿肥)22500~30000 kg(数据来自公益性行业项目汇报资料)。内蒙古农业大学李立军报道称,内蒙古2016—2019年在巴彦淖尔市、呼和浩特市、赤峰市合计示范早熟作物收获后7月下旬至8月初复种耐盐碱油菜“华油杂2号”等品种20多万亩,在土壤含盐量0.3%~0.6%条件下,亩产饲料(绿肥)油菜3~5 t(数据来自公益性行业项目汇报资料)。较大面积条件下鉴定结果表明,油菜耐盐碱的特性是稳定、可靠的。

2 油菜耐盐碱的生理机理解析

植物主要通过“避盐”(植物避免吸收盐离子)、“耐盐”(植物吸收获得的盐离子,不影响其正常的生长发育)和“离子区域化”(植物将大部分的盐离子运输到存贮器官(如液泡)中,相对地将其它重要器官中的盐离子浓度降低)来应对盐胁迫带来的离子效应^[3]。除以上研究外,已有较多文献报道油菜耐盐碱性较强^[8-9]。2018年和2019年,傅廷栋研究团队在新疆开展了大田试验,研究结果表明:与小麦等作物不同的是,油菜主要将Na⁺储存在地上部分。在新疆西北内陆盐碱地(含盐量0.45%),油菜地上部Na⁺可达5.28 mg/g,是小麦(0.34 mg/g)的15.53倍,是大豆(0.38 mg/g)的13.89倍。种植油菜后,土壤全盐、Na⁺含量显著低于对照和其他作物,分别下降19.34%、46.37%,土壤全盐含量下降幅度

分别为小麦(4.72%)的4.10倍和大豆(0.71%)的27.33倍,土壤Na⁺含量下降幅度为小麦(下降4.64%)的9.99倍,而种植大豆后土壤Na⁺含量反而增加3.26%^[10]。山西农业大学杨珍平课题组在山西省朔州市应县盐碱地种植饲料(绿肥)油菜“华油杂62”,于初花期进行植株样品的采集,结果表明:种植饲料油菜能够降低盐碱地土壤pH值、全盐量和Na⁺含量,且油菜生长越好,对土壤全盐量、Na⁺含量的降低程度越明显,且Na⁺主要富集于油菜的叶片中;种植饲料油菜在一定程度上可以提高盐碱地土壤速效磷和速效钾含量(初花期收获);种植饲料油菜后,土壤有效Fe含量显著升高,有效Ca、Mg和Mn含量均显著降低(数据来自公益性行业项目汇报资料)。综上可以推断,油菜具有“耐盐”特性,即便吸收了较高浓度的Na⁺,依然可以正常生长发育。

石河子大学张风华团队的研究结果表明,种植油菜后,能够降低土壤pH值,提高碱解氮、速效磷、有机质含量。该研究推测,不同油菜品种根系分泌物可能是导致土壤理化性质差异大的主要原因之一^[11-12]。该课题组进一步研究证明NaCl胁迫和Na₂CO₃胁迫处理中均检测出10种有机酸。其中幼苗根系分泌物中乳酸含量及低度NaCl(100 mmol/L)和适度NaCl(150 mmol/L)胁迫下冰乙酸含量较对照处理(未作盐碱胁迫处理,CK)均有所下降;其余各处理下均表现为增加的趋势。盐、碱胁迫下油菜幼苗根系分泌物中草酸含量较CK均显著增加。油菜幼苗根系分泌物中丙二酸和丁二酸含量较CK均显著增加(结果未发表)。内蒙古农业大学李立军团队利用碱性盐(摩尔比为2:1的NaHCO₃和Na₂CO₃的混合物)进行盆栽试验,结果也发现不同油菜品种根际土壤总有机酸含量随碱性盐浓度增加而增加,且草酸是碱性盐胁迫下2个油菜品种根际土壤中最多的有机酸^[13]。

张风华团队的另一项研究,分别用质量分数为0.5%、1.2%和2.0%的NaCl溶液及0.3%、0.5%和0.8%的Na₂CO₃溶液浇灌盆栽种植油菜,结果表明,随着NaCl和Na₂CO₃质量分数的增加,株高和株鲜重均呈现下降趋势,且在高浓度时降幅最大,但根长却呈现出上升趋势,分别在NaCl质量分数为

2.0% 和 Na_2CO_3 质量分数为 0.8% 时增长 22.28% 和 27.26% (数据来自公益性行业项目汇报资料)。

此外, 研究者们采用不同的评价方式对油菜的耐盐碱能力进行了评价, 发现不同油菜品种间耐盐碱能力存在较大差异^[14-19], 这也间接说明开展油菜耐盐碱种质资源收集、利用、创新和新品种选育的重要性。

3 油菜改良盐碱地的初步结果

傅廷栋团队经过探索已初步总结出一些盐碱地改良模式。如在北方未被开发的重度盐碱荒地, 可采用春、夏两季种耐盐碱油菜作绿肥的模式, 翻压两季绿肥, 共 $10.5 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4$ kg/ha, 由于油菜水分多, 翻压后易于腐烂, 效果好。

新疆石河子大学、新疆维吾尔自治区农业科学院、新疆农垦科学院等单位经过几年探索、总结, 形成新疆的盐碱耕地修复利用的几种模式, 如饲料油菜农牧结合技术集成模式、盐渍化棉-油轮作抗盐增产栽培管理模式、盐碱地麦后复播油菜综合技术模式。吉林白城农科院实行的燕麦复种耐盐碱油菜的技术模式。南方沿海的一季(或二季)水稻-冬种植耐盐碱油菜等技术模式。这些技术模式都是经过实践检验、有效可行的技术模式。

虽然连续试验时间不长, 但也已看到一些初步结果。内蒙古农业大学李立军团队开展麦收后 7 月下旬复种耐盐碱油菜“华油杂 62”试验, 10 月收一半(约 $3 \times 10^4 \sim 3.75 \times 10^4$ kg/ha)作饲料, 另一半翻耕作绿肥, 第二年耕层土壤含盐量下降 5.83%~11.34%, 碱解氮增加 3.92%~11.78%, 速效磷增加 10.42%~14.83%, 速效钾增加 3.62%~18.62%, 有机质含量增加 9.16%~13.85%, 重复 2 年, 结果基本一致^[20]。华中农业大学与吉林白城农科院合作, 在长期种植燕麦的镇南、陶河 2 个盐碱基地, 燕麦 7 月收后, 7 月下旬至 8 月初复种“华油杂 62 号”, 10 月下旬翻耕作绿肥 ($6 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^4$ kg/ha), 连续 2~3 年, 与未种油菜比较: 土壤 pH 值由 8.48 下降至 8.26, 含盐量由 0.410% 降至 0.375%, 有机质增加 29.4%, 全氮增加 25.23%, 有效磷增加 74.18%, 速效钾增加

86.17% (数据来自 2021 年 10 月 10 日白城现场会资料)。试验结果表明, 耐盐碱油菜耐盐碱能力强、产量高, 翻耕作绿肥, 修复盐碱地效果明显。

4 讨论

油菜是修复利用盐碱地最有优势的大田作物。主要有以下几个原因。

1) 已育成抗盐碱能力较强的油菜品种, 如“华油杂 62”“饲油 2 号”和“金油 158”等, 能在盐质量分数 0.8%~1.0% (浙江苍南)、pH 值 8.5~9.0 (吉林白城), pH 值 10~11 (新疆石河子地区) 的盐碱地上较好生长。

2) 油菜生长快, 生长量大, 覆盖耕地效果好, 生态效益显著。在西北、东北麦收后复种(7 月下旬播种)到 10 月下旬收获, 每亩收获青饲料(绿肥)3~5 t, 而且延长绿色覆盖 2~3 个月, 减少耕地水、风侵蚀, 生态效益好^[21]。

3) 油菜能进行多功能利用, 提高效益。我们育成的耐盐碱油菜品种, 既可以收籽榨油, 也可作菜用、饲用、肥用、花用(旅游)、蜜用。如在油菜抽薹 30~40 cm 时, 可摘薹 15~20 cm 作蔬菜出售, 每公顷可收菜薹 4500~7500 kg (产值每公顷 9000~15000 元)^[22-23]。采收菜薹后, 不影响观花旅游(在新疆、吉林 7 月下旬播种, 国庆开花; 在广东水稻收后 10~11 月播种, 春节前后开花), 观花后, 可翻耕作绿肥, 也可作青饲料。适应性广, 油菜从上海到西藏, 从黑龙江到广东沿海均能种植; 可秋播(南方), 也可春播、夏播(北方), 能用于北方和南方盐碱地改良。成本低, 在新疆测算, 每亩成本(种子、肥料、机械费及灌溉费)250 元, 利用北方秋闲田、南方冬闲田种植, 与粮食争地矛盾少, 不影响粮食生产^[24-25]。

4) 以油菜为载体, 农牧结合效果好。收获的耐盐碱油菜青料可直接作青饲料, 可与稻、麦、玉米等秸秆混合(水分控制在 60%~65%)加工青贮饲料。按生物量 6×10^4 kg/ha 计算, 可供生产 4 头羊羔的青饲料, 而且饲料品质好。蛋白质含量与豆科牧草相当(干基 20%), 且富含维生素^[24-25]。傅廷栋团

队多年项目试验不但显著增加牛、羊、猪肉和鸡蛋产量,改良了肉的品质^[25-26],而且使公牛、公羊精液增加15%~30%。长春新牧公司将青鲜油菜(7份)与玉米秸秆(3份)混合制作青贮饲料,经2年实践,喂食油菜青贮饲料的公牛,精液产量增加22%,饲料成本降低30%~50%,同时为解决东北地区玉米、水稻秸秆处理难题提供了新的思路和方法(来自2021年10月9日长春现场会资料)。

5) 种植油菜同时具有“利用”与“改良”盐碱土的特殊优势。从育种学家角度,主要考虑改良作物耐盐碱特性来适应盐碱土;从土壤学家角度,主要考虑从改良盐碱土来适应作物生长。耐盐碱油菜则同时具有两方面的优势,即育成的耐盐碱油菜能适应较强盐碱地生长,利用它收获绿肥、饲料或菜籽,有较好的经济效益;油菜生物量大,覆盖效果好,减少盐分上升,翻耕作绿肥(或作饲料过腹还田)大幅度增加土壤有机质,改良土壤物理化学特性,降低土壤pH值和含盐量。能达到从“利用”中“改良”,从“改良”中“利用”,互相促进,提高改良盐碱地效率。

研究和实践证明,利用耐盐碱油菜为主的综合农业措施,农牧结合是修复、利用盐碱地、低成本、可持续发展的有效途径。建议以政、产、学、研相结合,扩大示范规模、组织各种盐碱地改良方案,进行竞赛式示范,经过多年定位、定点监测土壤理化性状变化指标,集中考评筛选比较有效的盐碱地改良方案,为大规模推广打基础。如果能将中国现有5亿亩盐碱地资源中的2亿亩改良为优质耕地,中国18亿亩基本农田,就可扩大至20亿亩,这对保障中国粮食安全,确保中国在建国100周年建成现代化的社会主义强国具有重要的战略意义。

参考文献(References)

- [1] 王雷, 郭岩, 杨淑华. 非生物胁迫与环境适应性育种的现状及对策[J]. 中国科学: 生命科学, 2021, 51(10): 1424-1434
- [2] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 400-515.
- [3] 杨劲松, 姚荣江, 王相平, 等. 中国盐渍土研究: 历程、现状与展望[J]. 土壤学报, 2021, 59(1): 10-27.
- [4] 杨劲松, 姚荣江, 王相平, 等. 河套平原盐碱地生态治理和生态产业发展模式[J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7059-7063.
- [5] Wang W J, He H S, Zu Y G, et al. Addition of HPMA affects seed germination, plant growth and properties of heavy saline-alkali soil in northeastern China: Comparison with other agents and determination of the mechanism [J]. Plant and Soil, 2011, 339: 177-191.
- [6] Zhang G F, Zhou J Z, Peng Y, et al. Genome-wide association studies of salt tolerance at seed germination and seedling stages in *Brassica napus*[J]. Frontiers in Plant Science, 2021 (in press).
- [7] 万何平. 甘蓝型油菜苗期耐盐相关性状的全基因组关联分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [8] van Oosten M J, Maggio A. Functional biology of halophytes in the phytoremediation of heavy metal contaminated soils[J]. Environmental and Experimental Botany, 2015, 111: 135-146.
- [9] Miyamoto S, Oster M F, Rostle C T, et al. Salt tolerance of oilseed crops during establishment[J]. Journal of Arid Land, 2012, 22: 147-151.
- [10] 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, 2021(待刊).
- [11] 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.
- [12] 杨洋, 王亚娟, 阴法庭, 等. 盐碱胁迫对油菜苗期生理及光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2020(15): 1-8.
- [13] 吴鹏博. 碱性盐胁迫对油菜苗期生长及根际土壤环境的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2021.
- [14] Yang Y Q, Guo Y. Unraveling salt stress signaling in plants[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2018, 60(9): 796-804.
- [15] 龙卫华, 高建芹, 胡茂龙, 等. 盐胁迫下不同耐盐性油菜阳离子积累特征[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(5): 592-597.
- [16] Mohamed I A A, Shalby N, Bai C Y, et al. Stomatal and photosynthetic traits are associated with investigating sodium chloride tolerance of *Brassica napus* L Cultivars[J/O]. Plants, 2020, <https://doi.org/10.3390/plants9010062>.
- [17] Rameeh V. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress[J]. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2012, 12: 851-861.
- [18] Wu H, Guo J R, Wang C F, et al. An effective screening method and a reliable screening trait for salt tolerance

- of *Brassica napus* at the germination stage[J/OL]. *Frontiers in Plant Science*, [2021-09-30]. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00530>.
- [19] Kholghi M, Toorchi M, Bandeh A L I, et al. An evaluation of canola genotypes under salinity stress at vegetative stage via morphological and physiological traits[J]. *Pakistan Journal of Botany*, 2018, 50: 447-455.
- [20] 刘丰毓. 施肥和还田量对麦后复种油菜产质量及土壤性质的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2021.
- [21] 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.
- [22] 张哲, 殷艳, 刘芳, 等. 我国油菜多功能开发利用现状及发展对策[J]. *中国油料作物学报*, 2018, 40(5): 618-623.
- [23] 汪波, 刘姝, 甘丽, 等. 油菜多功能利用技术模式[J]. *长江蔬菜*, 2019(6): 29-31.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Ma Y X, Wang Q H, Wang B, et al. Effect of fresh forage canola on production performance and egg quality of laying hens[J]. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2021, 25: 995-1001.

Research progress in breeding of saline-alkaline tolerant rapeseed and restoring the salinate land

WANG Bo¹, WEN Jing¹, ZHANG Fenghua², LI Lijun³, LAI Yongcai⁴, REN Changzhong⁵, LU Jianwei¹, SHEN Jinxiong¹, GUO Liang¹, ZHOU Guangsheng^{1*}, FU Tingdong^{1*}

1. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China
2. Agricultural College, Shihezi University, Shihezi 832000, China
3. Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010010, China
4. Heilongjiang Academy of Agriculture, Harbin 150086, China
5. Baicheng Academy of Agriculture, Baicheng 137099, China

Abstract There are 1.5 billion mu of saline and alkaline land in China, among which 0.5 billion mu has the potential to use. Restoring and utilizing these fields will bring great economic, environmental and social benefits. Huayouza 62 -- a saline-alkaline tolerant cultivar-- was bred by Huazhong Agricultural University after more than 10 years' research. In the coastal and inland salinate fields, Huayouza 62 can grow well with fresh biomass of $4.5 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^4$ kg/ha, and it can also be used as green manure. Saline-alkaline tolerant rapeseed has the characteristics of combining utilization and restoration of the salinate soil. Thus, the rapeseed is the most dominant field crop to utilize and restore the salinate land. We believe that to use comprehensive measures including utilization of saline-alkaline tolerant rapeseed and coordination farming and animal husbandry is an economical and sustainable developmental scheme .

Keywords rapeseed; saline-alkaline tolerance; variety breeding; saline-alkali land restoration ●



(责任编辑 祝叶华)