

2-20-2022

Scientific and Technological Reasons, Contents and Corresponding Policies of Constructing “Coastal Grass Belt”

Weihua XU

Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
Institute of Seed Innovation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China, whxu@genetics.ac.cn

See next page for additional authors

Recommended Citation

XU, Weihua; WANG, Jianlin; LIU, Xiaojing; XIE, Qi; YANG, Weicai; CAO, Xiaofeng; and LI, Zhensheng (2022) "Scientific and Technological Reasons, Contents and Corresponding Policies of Constructing “Coastal Grass Belt”," *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*: Vol. 37 : Iss. 2 , Article 11.

DOI: <https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20210413001>

Available at: <https://bulletinofcas.researchcommons.org/journal/vol37/iss2/11>

This S & T and Society is brought to you for free and open access by Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). It has been accepted for inclusion in Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version) by an authorized editor of Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). For more information, please contact lcyang@cashq.ac.cn, yjwen@cashq.ac.cn.



Scientific and Technological Reasons, Contents and Corresponding Policies of Constructing “Coastal Grass Belt”

Abstract

Not only the grain rations must be secured absolutely in China, but also the feed grains. However, the limited arable land resource in China determines that grass planting shall not "compete for land with staple food". Planting high quality salt-tolerant forage grass on the saline wasteland and developing animal husbandry production can not only meet the demand of increasing proportion of animal protein in Chinese diet structure, but more importantly, it can help to solve the problems of insufficient forage planting and import over-dependence. Hence it plays an important role in guaranteeing national food security. Therefore, it is necessary to use modern biological seed industry technology to accelerate the selection and breeding of salt-tolerant and water-resistant grass varieties, build the supporting system of coastal salt-alkali grass high-yield cultivation technology, and develop high-quality forage and crop straw mixed processing and storage technology to achieve the maximum utilization of biomass resources. The construction of "Coastal Grass Belt" will help to build an ecological barrier in the coastal area, and play an important role in keeping the coastal ecosystem healthy and improving the ecosystem service function.

Keywords

Coastal Grass Belt, saline land, animal husbandry grass

Authors

Weihua XU, Jianlin WANG, Xiaojing LIU, Qi XIE, Weicai YANG, Xiaofeng CAO, and Zhensheng LI

引用格式: 胥伟华, 王建林, 刘小京, 等. 建设“滨海草带”的科技缘由、内容与对策. 中国科学院院刊, 2022, 37(2): 238-245.
Xu W H, Wang J L, Liu X J, et al. Scientific and technological reasons, contents and corresponding policies of constructing “Coastal Grass Belt”.
Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(2): 238-245. (in Chinese)

建设“滨海草带”的科技缘由、内容与对策

胥伟华^{1,2} 王建林^{1,2} 刘小京^{2,3} 谢旗^{1,2} 杨维才^{1,2} 曹晓风^{1,2} 李振声^{1,2}

1 中国科学院遗传与发育生物学研究所 北京 100101

2 中国科学院种子创新研究院 北京 100101

3 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心 石家庄 050022

摘要 我国既要确保口粮绝对安全,也要确保饲料粮安全。然而,我国耕地资源有限,决定了饲草饲料种植不能“与主粮争地”。利用盐碱荒地种植优质耐盐牧草,发展畜牧业生产,不仅可以满足动物蛋白在我国居民膳食结构中的比例不断增加的需求,更重要的是可以解决饲草种植面积不足、大量依赖进口的问题,对保障国家粮食安全具有重要作用。这就需要利用现代生物种业科技加快耐盐耐涝牧草品种选育,构建配套的滨海盐碱地饲草高产栽培技术体系,并研发优质牧草与农作物秸秆混合加工贮藏技术,实现生物质资源利用的最大化。“滨海草带”的建设,将有助于在滨海地区构建起一道生态屏障,对维护滨海生态系统健康、提升生态系统服务功能具有重要作用。

关键词 滨海草带, 盐碱地, 畜牧业, 牧草

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210413001

1 建设“滨海草带”的背景与缘由

中国是世界人口最多的国家,目前已经达到14亿人,因此保障国家粮食安全始终是保障我国战略安全的重要任务。国务院办公厅《关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见》(国办发〔2020〕44

号)^①明确提出,坚持把确保国家粮食安全作为“三农”工作的首要任务。随着我国人口增长、消费结构不断升级和资源环境承载能力趋紧,粮食产需仍将维持紧平衡态势。随着近年来国际农产品市场供给不确定性增加,把稳定粮食生产作为农业供给侧结构性改革的前提,不断巩固提升粮食综合生产能力,确保谷

修改稿收到日期: 2022年2月14日

^① 中国政府网. 国务院办公厅关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见. (2020-11-17). http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-11/17/content_5562053.htm.

物基本自给、口粮绝对安全，切实把握国家粮食安全主动权。我国要确保口粮绝对安全，决定了我国耕地利用的优先序：**永久基本农田**，是依法划定的优质耕地，要重点用于发展粮食生产，特别是保障稻谷、小麦、玉米三大谷物的种植面积；**一般耕地**，应主要用于粮食，棉、油、糖、蔬菜等农产品，以及饲草、饲料生产。

与此同时，随着居民膳食结构的改变和对营养健康的要求不断提高，肉蛋奶在膳食结构中的比例不断增加。1985—2017年，我国居民口粮消费总量在粮食消费结构中的比例从72%下降至27%，人均肉蛋奶的消费量增长到3.8倍^[1]；加上人口增长的因素，居民对肉蛋奶的消费总量急剧增加。据统计，我国生产饲料粮用原粮已达到了粮食总产量的50%^[1]。尽管如此，我国每年仍需进口大量牧草；最近5年来，平均每年进口牧草171.33万吨。此外，平均每年进口大豆9126.4万吨；加工后80%为豆粕，主要被应用于饲料（表1）。即便如此，饲草饲料供应量依然无法满足我国对牛羊肉的需求。因此，2020年牛羊肉进口继续保持快速增长态势：牛肉净进口211.94万吨，羊肉净进口36.33万吨，分别占全国总需求量的24.0%、6.9%^[2]。

我国既要确保口粮绝对安全，又要通过畜牧业改善膳食结构。然而，我国耕地资源有限，能用于种植饲草的耕地少之又少；土地利用效率是影响中国粮食

供给安全的重要因素^[3]，这就决定了饲草、饲料种植不能“与粮争地”。中国盐碱地总面积约为9900万公顷^[4]；其中，滨海盐碱地约占盐碱地总面积的7%^[5]，主要分布在环渤海和沿黄海地区。2013年，由我国著名农业科学家、中国科学院院士李振声牵头，中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心研究员刘小京主持，在环渤海地区实施了“渤海粮仓科技示范工程”，对4000万亩中低产田进行了改良^[6]，这为盐碱地的开发与利用提供了科技示范作用。然而，该区域及江苏省的沿海地区还有近2000万亩的盐碱地尚未被开发利用^[2]，提高这些土地的利用率可为饲草饲料供应量的提升奠定良好的物质基础。在环渤海和沿黄海地区，地下水位浅（1—3米）、盐渍化程度高（>0.3%）、改良成本大；这些地区主要种植以籽粒为收获物的农作物，但普遍存在产量低且不稳、生产效益较差的问题。牧草种植则是以收获茎叶等营养体为目的，对生长期气候和土地资源的时间匹配性要求相对不严，能更充分地利用气候、土地和生物资源，使单位面积的生物量大幅度提高^[7]。李振声在“渤海粮仓科技示范工程”成功实施之后，非常关注国家“藏粮于地、藏粮于技”战略。在河北省沧州市海兴县和南皮县、唐山市曹妃甸区，以及山东省东营市多年调研和研究选育的长穗偃麦草、甜高粱、黑麦草等新品种实地试验结果的基础上，他结合中国科学院遗传与发育生物学研究所（以下简称“遗传发育

表1 2016—2020年中国牧草和大豆进口量
Table 1 China's forage and soybean imports in 2016–2020

	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	年均
干牧草进口量（万吨）	168.52	182.00	171.24	162.68	172.22	171.33
大豆进口量（万吨）	8391	9554	8803	8851	10033	9126.4

数据来源：根据中华人民共和国海关总署统计数据整理（<http://search.customs.gov.cn/search/pcRender?pageId=f5261418ddc74f03b27e3590c531102b>）
Data source: According to the statistical data of the General Administration of Customs of RPC (<http://search.customs.gov.cn/search/pcRender?pageId=f5261418ddc74f03b27e3590c531102b>)

② 江苏省人民政府网·自然资源·[2021-04-26]. <http://www.jiangsu.gov.cn/col/col31361/index.html>.

所) “甜高粱—湖羊—发酵—有机肥还田”循环农业试点进展, 提出建设“滨海草带”的设想, 为此遗传发育所成立了专班推进“滨海草带”建设。

利用滨海地区的盐碱地资源, 在盐碱荒地种植优质耐盐牧草, 发展畜牧业生产, 不仅可以满足人们生活水平提高后对肉蛋奶在膳食结构中的比例不断增加的需求; 通过建设“滨海草带”, 扩大饲草种植面积, 还可以解决“草粮争地”的矛盾。利用滨海盐碱荒地生产优质牧草, 促进畜牧业发展, 是国家“粮食安全”的重要组成部分。

2 “滨海草带”的主要研究内容

2.1 利用基因工程加快耐盐耐涝牧草品种选育

“滨海草带”是在不适宜生产粮食的滨海盐碱地上建立牧草生产体系, 其立地环境是高盐碱、低海拔, 这就决定了适宜的牧草品种必须同时具备耐盐和耐涝特征。然而, 自1978年我国开展牧草品种审定以来, 迄今共通过国家审定牧草品种604个, 其中耐盐牧草品种不足20个, 而且同时具备耐盐和耐涝特征的优良牧草品种少之又少。目前, 同时具备耐盐和耐涝特征的牧草主要有长穗偃麦草、甜高粱、田菁等。

(1) 长穗偃麦草 (*Elytrigiaelongata* (Host) Nevski.)。禾本科偃麦草属多年生草本植物, 具有极强的抗逆能力。李振声曾以长穗偃麦草为亲本与小麦进行远缘杂交, 培育了“小偃”系列优质高抗小麦品种。目前, “小偃”系列小麦品种已成为“渤海粮仓”的主导品种, 为我国粮食生产作出了巨大贡献。遗传发育所李振声研究组在东营、海兴和曹妃甸等滨海盐碱地种植长穗偃麦草结果显示: 长穗偃麦草在含盐量1%以下的盐碱地可以正常生长, 连续7天淹水条

件下可正常成活; 每年亩产鲜草1515—2658千克; 干草中的粗蛋白占13.4%—15.3%、粗脂肪占3.4%—3.9%、可溶性碳水化合物占1.8%—2.4%^③。

(2) 甜高粱 (*Sorghum dochna* (Forssk.) Snowden)。禾本科高粱属一年生植物, 具有抗旱、耐涝、耐盐碱等特性。甜高粱对生长的环境条件要求不严, 对土壤的适应能力强, 特别是对盐碱的忍耐力极强——在pH值5.0—8.5的土壤上甜高粱都能生长。甜高粱是C4高能作物, 其光合转化率达18%—28%, 株高可达4米以上, 具有较强的生物学优势; 植株含糖量比青贮玉米高2倍, 无氮浸出物和粗灰分均高过青贮玉米。遗传发育所谢旗研究组在东营市含盐量0.25%—0.3%的盐碱地种植结果表明, 生物量可以达到4—7吨/亩^④。

(3) 田菁 (*Sesbania cannabina* (Retz.) Poir.)。又叫碱青、涝豆, 是豆科田菁属一年生植物。田菁结瘤固氮能力较强, 植株茂盛、生物量大、植株粗蛋白含量丰富, 是优质的豆科饲料。从其别名可以直接看出田菁具有超强的耐盐碱和耐涝能力, 对土壤要求不严格: 当土壤中含盐量低于0.5%时, 可以正常生长。盐碱地上种植田菁, 可以明显降低耕层土壤盐分, 耕层盐当年分平均下降30%—50%^⑤。耐涝性强是田菁的另一大特点, 成龄植株长期淹水时, 只要顶部不淹没, 就能正常生长^[8]。

上述3种牧草具备了耐盐耐涝的基本特征, 但仍需要进一步提高它们的耐盐耐涝性, 以便于在更广阔的滨海盐碱地利用; 同时, 要提高牧草的生物产量, 改善其营养品质和适口性。利用现代分子设计育种手段和基因编辑技术, 可以加快耐盐耐涝牧草品种选育进程, 为我国利用滨海盐碱荒地发展畜牧业生产提供技术支撑。

③ 实验数据尚未公开发表。

④ 未发表最新实验数据。

⑤ 数据来源于曹晓风院士组未发表试验数据。

2.2 构建滨海盐碱地饲草高产栽培技术体系

滨海盐碱地土壤盐渍化程度高、地下水位高、土壤肥力差、水肥利用效率低下，严重制约作物生长。针对制约因子，提出解决方案，构建滨海盐碱地饲草高产栽培技术体系，是滨海盐碱地利用的重要方面。

(1) 在水分利用方面。盐分是影响牧草水分利用的重要因素之一，“盐随水来，盐随水去”是盐碱地水盐运移的典型规律。灌水时，土壤盐分随入渗水向下迁移，表土盐分的淋洗脱盐；停止灌水后，在土壤蒸发作用下盐分又在土壤表面聚集^[9]。我国滨海盐碱地的季节性降水均在500毫米以上，会发生规律的脱盐和返盐交替。因此，需要加强牧草微咸水灌溉及水分利用机制研究，既要充分利用夏季降水促进牧草快速生长，也要防止春季土壤蒸发造成返盐。

(2) 在土壤肥力方面。滨海盐碱地普遍存在土壤有机质含量低、土壤酶活性低、微生物含量少、孔隙度小、易于板结、透气性差等障碍。针对上述障碍因子，需要开展有机肥、化肥、微生物菌肥、土壤调理剂等种类和用量的配比施肥研究，制定合理的土壤保育施肥措施，开发活性微生物盐渍土壤专用有机肥，以有效提升盐渍土壤肥力水平。

(3) 在牧草品种方面。要针对牧草品种特性，加强牧草耐盐生理机制研究，并开展机械化播种/保苗技术、水-肥-盐耦合调控技术、肥料控释增效技术、绿色植保技术、机械化收割技术等方面研究；量身定做栽培技术，形成品种-栽培-农机-农艺“四位一体”的滨海牧草高产高效栽培技术体系。

2.3 研发优质牧草与农作物秸秆混合青/黄贮技术

农作物生物产量的一半以上是秸秆。早在1997年，时任国务委员陈俊生在山东考察时就指出，大力发展秸秆养畜是畜牧业持续发展的根本出路^[10]。秸秆依然是我国最重要的饲草来源。以山东省为例，

其2018年牛羊肉总产量为113.2万吨，占全国牛羊肉总产量的10%，排在全国第2位，仅次于内蒙古自治区^[11]。而人工种草的面积，山东省为228.4万亩，仅占全国人工种草面积的1%^[12]。山东省每年秸秆生产量约为6000万—7000万吨，用于饲草的约为1200万—1400万吨^⑥。笔者在山东省肉羊养殖大县利津县（年出栏肉羊160万只^[13]）调查结果表明，该县饲草的90%以上来自于山东、河北、河南3省的作物秸秆。作物秸秆的饲草化利用在牛羊养殖中起到了至关重要的作用。秸秆饲草化不仅解决了牛羊饲料不足的问题，同时也解决了猪禽精饲料的生产与加工的问题。目前，随着收割机械的进步，部分地区已经实现了粮食和秸秆同步分收。主要粮食作物小麦、玉米、水稻等禾本科农作物秸秆具有纤维素含量高、蛋白质含量低的特点。牛羊等草食动物可以将纤维素转化为糖进行利用，因此秸秆是育肥的重要能量来源。为了更好地利用秸秆，通过“滨海草带”生产高蛋白牧草与高纤维素农作物秸秆合理配比，实现生物质资源利用的最大化。

把“滨海草带”作为饲草的重要蛋白来源，不仅解决饲草量不足的问题，还能更好地解决秸秆蛋白质含量低的问题。因此，需要研究牛羊不同生长阶段日粮的营养结构，从而确定高蛋白牧草与高纤维素秸秆的比例关系；研究青牧草与黄秸秆适宜混合发酵水分含量、筛选适宜菌群，从而开发混合青/黄贮技术。

2.4 打造“滨海草带”生态屏障

牧草具有很强的防止水土流失、涵养水分、培肥地力的功能。① 防止水土流失。近年来，全球气候变化、海平面上升加速等现象进一步加剧了海岸侵蚀风险，缓解海岸侵蚀、抵御沿海地区洪水灾害刻不容缓。“滨海草带”在抵御海浪、控制侵蚀方面功能显著^[14]。有研究表明，在滨海滩涂种植大米草有明显的

⑥ 山东省统计局. 山东统计年鉴(2016—2020). [2022-02-12]. <http://tjj.shandong.gov.cn/col/col6279/index.html>.

消浪促淤作用：凡生长大米草的潮滩都有促淤效果，而不管原来是否侵蚀^[15]。牧草覆盖的土壤表面可以防止风蚀作用——牧草的根须可以锁住泥土，防止水土流失，对滨海地区土壤起到很好的保护作用。② **改良土壤**。种植牧草可以降低土壤含盐量。例如，种植田菁、苏丹草、苜蓿、碱蓬半年后，0—80厘米土层的土壤脱盐率达到26%—35%^[16]。种植牧草可以提高土壤肥力。例如，种植4年的苜蓿地，0—10厘米土层中全氮、全磷分别提高20.9%、23.7%^[17]。种植牧草还可以改良土壤土渗透性和通气状况，提高了土壤保肥蓄水的能力。例如，种植4年的苜蓿地，0—60厘米土壤容重下降7.5%—7.9%、土壤孔隙度提高8.8%—9.3%^[18]。

通过“滨海草带”建设，可以在滨海地区构建起一道生态屏障，防止海水对岸边的侵蚀，加大滨海盐碱荒地的覆盖率，改善滨海地区微气候，减少水分蒸发，降低土壤含盐量，改善土壤理化性质。“滨海草带”对维护滨海生态系统健康、提升生态系统服务功能具有重要作用。因此，要深入研究“滨海草带”建植的防蚀促淤效应及其动力学机理，为生态防波堤建设提供科学依据；研究“滨海草带”覆盖盐碱荒地如何改变蒸发/蒸腾和盐运移规律，降低盐分的表聚，以及改良土壤的机理，以促进“滨海草带”的建植和生产力的形成。

2.5 实现“滨海草带”的碳汇生态价值

碳汇生态价值是区域经济社会发展—自然资源可持续利用的重要保障^[19]。滨海盐碱非耕地具有较大的固碳潜力。随着原生植被群落的演替（光滩→盐蒿→茅草），滨海土壤中有机碳、微生物碳、可溶性碳含量均依次增加^[20]。通过建植植被形成土壤-植被系统是提高区域碳储量的有效途径^[21]。垦殖后，土壤有机碳含量较未垦殖盐碱地均表现为显著提高，盐碱地垦殖显著增加了0—40厘米土壤的碳储量，且随垦殖年限增加而增加^[22]。种植4年的苜蓿地，牧草根系转化为

土壤有机碳，0—10厘米土层中提高固碳能力47.7%，形成重要的碳汇^[17]。滨海盐碱地通过牧草种植，可以从4个方面增加土壤碳：①凋落物；②根生物量的生长和周转；③根系分泌物；④土壤微生物碳的增加。同时，饲草过腹还田的牛羊粪便返回到盐碱地中，可以提升土壤有机质含量，促进盐碱土壤的有机碳固定。

通过研究牧草种植对土壤固碳规律和潜力影响，可为我国碳达峰、碳中和提供数据支撑。因此，要研究刈割方式、残茬量对土壤碳蓄积的影响；研究盐渍化程度对细根周转、根系分泌物形成规律的影响；研究牧草根瘤菌和丛枝菌根对滨海盐碱地土壤微生物的影响，以及牛羊粪便发酵还田对促进滨海盐碱地熟化耕层的形成的作用。

3 加快“滨海草带”建设的对策与建议

3.1 优化牧草品种审定机制

我国现行的牧草品种实行的是国家、省（自治区、直辖市）两级审定制。在这种制度下，适应区域特殊自然禀赋的牧草很难通过审定，这也是耐盐耐涝牧草品种少的主要原因。以耐盐耐涝的长穗偃麦草为例，在牧草审定体系中并没有长穗偃麦草这一物种，因此无法进行审定。目前，我国农作物在品种审定中划分为主要农作物和非主要农作物。主要农作物实行国家、省（自治区、直辖市）两级审定制，确保主要农作物品种不出问题，保障国家粮、棉、油安全；非主要农作物实行登记制，可以因地制宜应用，促进产业结构调整 and 农民增产增收。牧草作为特殊的农作物，无疑均为“非主要农作物”。**建议**：将牧草品种审定制优化为部分登记制，将有助于适宜滨海盐碱地的耐盐耐涝牧草品种选育，为“滨海草带”建设提供物质保障。

3.2 扶持规模化草牧场建设

牧草生产的季节性强，收储、加工条件严格，收

割不及时、霉变、发黄会导致牧草失去其应有的营养价值。滨海地区降水量大，地下水位浅，收储条件更加苛刻。一家一户小规模分散种植，难以实现牧草机械化快速收储作业；同时，牧草种植与畜牧养殖分离容易造成养殖场压价或者种植户抬价，不利于草牧业持续稳定发展。**建议：**①充分利用滨海地方经济发达的优势，鼓励工商资本特别是当地工商资本建设集牧草生产、饲料加工、牛羊养殖、肉联生产于一体的集约化、规模化、标准化现代草牧场，就地消费牛羊肉产品，从而节约牧草和肉制品运输成本。②在土地、税收等方面出台扶持政策，实现非农土地集约化、规模化利用；同时，对牧草种植纳入粮食种植补贴，牧草生产机械纳入农机补贴，以促进“滨海草带”畜牧产业化发展。

3.3 建立“滨海草带”生态补偿机制

非农滨海盐碱地无疑是生态脆弱区。“滨海草带”建设可以防止水土流失、涵养区域水源、提高土壤肥力、促进土壤碳蓄积、维持生物多样性、改善生态环境、保持生态系统平衡，大幅度提高区域生态服务功能，生态效益显著。然而，我国滨海地区大多属于经济发达地区。在滨海盐碱地种草养畜，虽有利于促进畜牧业特别是草食家畜发展，可以获得较高的经济效益，但相对于该地区的其他产业而言，经济上的比较效益并无优势。**建议：**通过评估“滨海草带”生态服务功能价值，建立生态补偿机制，促进“滨海草带”持续健康发展。

总之，在我国耕地资源有限，既要确保口粮绝对安全，又要满足牛羊肉消费量快速增加的大背景下，利用滨海盐碱地解决饲草、饲料种植不“与粮争地”的问题，将是保障国家粮食安全的重要途径。通过建设资源高效、经济高质、环境友好的“滨海草带”，利用非农土地发展畜牧业，将有助于拓宽我国动物性蛋白供给渠道，为我国粮食安全作出重要贡献，并在滨海建立起一道绿色生态屏障。

参考文献

- 高树琴, 王斌晟, 段瑞, 等. 关于加大在中低产田发展草牧业的思考. 中国科学院院刊, 2020, 35(2): 166-174.
Gao S Q, Wang H S, Duan R, et al. How to develop grass-based livestock husbandry in areas of low-and middle-yield fields. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(2): 166-174. (in Chinese)
- 任继周, 李发弟, 曹建民, 等. 我国牛羊肉产业的发展现状、挑战与出路. 中国工程科学, 2019, 21(5): 67-73.
Ren J Z, Li F D, Cao J M, et al. Development status, challenges, and solutions of China's beef and mutton industry. Strategic Study of CAE, 2019, 21(5): 67-73. (in Chinese)
- Cai Y, Wang Y, Li Y. Study on changing relationship of demand and supply of cultivated land in China. China Land Science, 2009, 23(3): 11-18.
- 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845.
Yang J S. Development and prospect of the research on salt-affected soils in China. Acta Pedologica Sinica, 2008, 45(5): 837-845. (in Chinese)
- Fu T F, Yu H J, Jia Y G, et al. Application of an *in situ* electrical resistivity device to monitor water and salt transport in Shandong coastal saline soil. Arabian Journal for Science and Engineering, 2015, 40(7): 1907-1915.
- 甘晓. “渤海粮仓”的增粮奇迹. 中国科学报, 2014-05-23(01).
Gan X. The miracle of grain increase in the “Bohai granary”. China Science Daily, 2014-05-23(01).
- 负旭疆. 发展营养体农业的理论基础和实践意义. 草业学报, 2002, 11(1): 65-69.
Yun X J. Theoretical basis and practical significance of vegetative agriculture. Acta Pratacultural Science, 2002, 11(1): 65-69. (in Chinese)
- 钱如海. 苏北沿海地区土地复垦后的林草植被恢复措施. 现代农业科技, 2010, (7): 344.
Qian R H. Measures for restoration of forest and grass vegetation after land reclamation in coastal areas of northern Jiangsu Province. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2010, (7): 344. (in Chinese)

- 9 石元春, 李韵珠, 陆锦文, 等. 盐渍土的水盐运动. 北京: 北京农业大学出版社, 1986: 26-30.
Shi Y C, Li Y Z, Lu J W, et al. Water-salt movement in saline soils. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1986: 26-30. (in Chinese)
- 10 编辑部. 国务委员陈俊生在山东考察时指出秸秆养畜是畜牧业根本出路. 农牧产品开发, 1997, (11): 3.
Editor. State Councilor Chen Junsheng pointed out during his inspection in Shandong that raising livestock with straw is the fundamental way out for animal husbandry. Development of Agricultural and Animal Husbandry Products, 1997, (11): 3. (in Chinese)
- 11 全国畜牧总站. 中国草业统计 (2017). 北京: 中国农业出版社, 2018.
National Livestock General Station. Grass Industry Statistics in China (2017). Beijing: China Agricultural Press, 2018. (in Chinese)
- 12 国家统计局. 中国统计年鉴2019. 北京: 中国统计出版社, 2019.
National Bureau of Statistics. China Statistical Yearbook 2019. Beijing: China Statistics Press, 2019. (in Chinese)
- 13 许其华. 利津肉羊产业发展方向及思路. 中国畜牧业, 2019, 33(17): 71-72.
Xu Q H. Development direction and ideas of Lijin meat sheep industry. China Animal Industry, 2019, 33(17): 71-72. (in Chinese)
- 14 葛芳. 海岸带典型盐沼植被消浪效应研究. 上海: 华东师范大学, 2018.
Ge F. Field measurement and simulation of wave attenuation effects in salt marshes. Shanghai: East China Normal University, 2018. (in Chinese)
- 15 陈才俊. 江苏滩涂大米草促淤护岸效果. 海洋通报, 1994, 13(2): 55-61.
Chen C J. Effect of increasing deposition and defending seashore by planting *Spartina anglica* on beach in Jiangsu Province. Marine Science Bulletin, 1994, 13(2): 55-61. (in Chinese)
- 16 王立艳, 潘洁, 肖辉, 等. 种植耐盐植物对滨海盐碱地土壤盐分的影响. 华北农学报, 2014, 29(5): 226-231.
Wang L Y, Pan J, Xiao H, et al. Effect of soluble salt on planting salt-tolerant plants of coastal saline soil. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2014, 29(5): 226-231. (in Chinese)
- 17 杨玉海, 蒋平安, 艾尔肯, 等. 种植苜蓿对土壤肥力的影响. 干旱区地理, 2005, 28(2): 248-251.
Yang Y H, Jiang P G, AIERKEN, et al. Effects of planting *Medicago sativa* on soil fertility. Arid Land Geography, 2005, 28(2): 248-251. (in Chinese)
- 18 胡发成. 种植苜蓿改良培肥地力的研究初报. 草业科学, 2005, 22(8): 47-49.
Hu F C. Initial research report on soil fertility improvement by planting *Medicago sativa*. Pratacultural Science, 2005, 22(8): 47-49. (in Chinese)
- 19 夏正清, 周轶尘, 刘嘉鑫, 等. 土地利用/覆被特征的碳汇生态价值时空演变研究——以江苏省滨海地区为例. 现代测绘, 2018, 41(6): 18-21.
Xia Z Q, Zhou Y C, Liu J X, et al. Study on ecological value evaluation of carbon sink and its' spatial-temporal evolution in coastal region in Jiangsu Province. Modern Surveying and Mapping, 2018, 41(6): 18-21. (in Chinese)
- 20 康健, 孟宪法, 许妍妍, 等. 不同植被类型对滨海盐碱土壤有机碳库的影响. 土壤, 2012, 44(2): 260-266.
Kang J, Meng X F, Xu Y Y, et al. Effects of different vegetation types on soil organic carbon pool in costal saline-alkali soils of Jiangsu Province. Soils, 2012, 44(2): 260-266. (in Chinese)
- 21 李晓光, 郭凯, 封晓辉, 等. 滨海盐渍区不同土地利用方式土壤-植被系统碳储量研究. 中国生态农业学报, 2017, 25(11): 1580-1590.
Li X G, Guo K, Feng X H, et al. Carbon storage of soil-vegetation system under different land use patterns in saline coastal regions. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2017, 25(11): 1580-1590. (in Chinese)
- 22 李贤红, 陈为峰, 宋希亮, 等. 垦殖对黄河三角洲盐渍土碳氮分布特征的影响. 土壤学报, 2018, 55(4): 1018-1027.
Li X H, Chen W F, Song X L, et al. Effects of reclamation on distribution of soil carbon and nitrogen in saline soil of the Yellow River Delta. Acta Pedologica Sinica, 2018, 55(4): 1018-1027. (in Chinese)

Scientific and Technological Reasons, Contents and Corresponding Policies of Constructing “Coastal Grass Belt”

XU Weihua^{1,2} WANG Jianlin^{1,2} LIU Xiaojing^{2,3} XIE Qi^{1,2} YANG Weicai^{1,2} CAO Xiaofeng^{1,2} LI Zhensheng^{1,2}

(1 Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Institute of Seed Innovation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3 Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Shijiazhuang 050022, China)

Abstract Not only the grain rations must be secured absolutely in China, but also the feed grains. However, the limited arable land resource in China determines that grass planting shall not “compete for land with staple food”. Planting high quality salt-tolerant forage grass on the saline wasteland and developing animal husbandry production can not only meet the demand of increasing proportion of animal protein in Chinese diet structure, but more importantly, it can help to solve the problems of insufficient forage planting and import over-dependence. Hence it plays an important role in guaranteeing national food security. Therefore, it is necessary to use modern biological seed industry technology to accelerate the selection and breeding of salt-tolerant and water-resistant grass varieties, build the supporting system of coastal salt-alkali grass high-yield cultivation technology, and develop high-quality forage and crop straw mixed processing and storage technology to achieve the maximum utilization of biomass resources. The construction of “Coastal Grass Belt” will help to build an ecological barrier in the coastal area, and play an important role in keeping the coastal ecosystem healthy and improving the ecosystem service function.

Keywords Coastal Grass Belt, saline land, animal husbandry, grass



胥伟华 中国科学院遗传与发育生物学研究所党委书记、副所长。全国青联常委、中央国家机关青联创新创业界别主任委员。“全国五四红旗团委标兵”、第七届中央国家机关“十大杰出青年”、中国科学院机关优秀党务工作者。牵头编著《驱动科技创新》《筑梦科学》，参与编著《国家创新生态系统研究》等。E-mail: whxu@genetics.ac.cn

XU Weihua Secretary of the CPC Party committee and deputy director of the Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences (CAS). Dr. Xu is also a member of the Standing Committee of the National Youth Federation and chairman of the Innovation and Entrepreneurship Sector of the Youth Federation, a central government organ. He is a pacesetter of the National May 4th Red Flag Youth League Committee, the Seventh “Top Ten Outstanding Youth of Central and State Organs”, and an outstanding

party worker of the Chinese Academy of Sciences. He took the lead in editing *Driving Technological Innovation* and *Dream of Science*, and participated in editing *Research on National Innovation Ecosystem*, etc. E-mail: whxu@genetics.ac.cn

■ 责任编辑：岳凌生