

· 研究进展 ·

草业科学的发展历程、学科体系及新时期的使命任务^{*}

贺金生^{1,2,*} 韩国栋³ 张英俊⁴ 呼天明⁵ 师尚礼⁶
谢应忠⁷ 段廷玉¹ 董世魁⁸ 林克剑⁹ 王德利¹⁰
王增裕¹¹ 郭振飞¹² 南志标¹

1. 兰州大学 草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室/兰州大学草地农业科技学院,兰州 730020
2. 北京大学 城市与环境学院,北京 100871
3. 内蒙古农业大学 草原与资源环境学院,呼和浩特 010011
4. 中国农业大学 草业科学与技术学院,北京 100193
5. 西北农林科技大学 草业与草原学院,咸阳 712100
6. 甘肃农业大学 草业学院,兰州 730070
7. 宁夏大学 林业与草业学院,银川 750021
8. 北京林业大学 草业与草原学院,北京 100083
9. 中国农业科学院 草原研究所,呼和浩特 010010
10. 东北师范大学 生命科学学院,长春 130024
11. 青岛农业大学 草业学院,青岛 266109
12. 南京农业大学 草业学院,南京 210095

[摘要] 草业科学,是研究草类植物与草地属性、功能及其合理利用的学科。草业科学是一门年轻的学科,整合了国际上草原学、饲草学、草地农业科学的学科特点,在任继周草地农业生态系统理论的基础上发展起来的。我国已经建立了具有中国特色的草业科学学科体系,根据学科的内涵和发展,目前设置了草原学、饲草学、草坪学、草地保护学和草业经营学5个二级学科。本文在简要总结草业科学发展历程的基础上,结合本世纪在草地农业生态系统多功能性、多服务性、以及多功能管理方面的新进展,建议增列草地农业系统学二级学科。新时期草业面临重大的国家需求:确保饲草安全,才能实现粮食安全;树立大食物观,大力发展草地农业,在多元化食物供给体系中发挥作用;立足国家生态屏障建设,在草地保护和修复事业中发挥支撑作用。本文进一步总结了这些需求背后的科技难题。国家的重大需求,对草业科学和草业人,既是机遇,也是挑战,更是使命。

[关键词] 草学;学科体系;草地农业系统学;多功能性;草地多功能管理

草业科学是研究草类植物与草地属性、功能及其合理利用的学科。具体来说,是研究草类植物的生物和生态学属性、遗传育种、草地农业生态系统的结构和功能、演变规律、草地有害生物防控和各要素资源合理配置利用的理论与技术的科学。

草业科学一方面融合了多学科的特点,特别是与生物学、生态学、地理学、林学、作物学、畜牧学、植物保护学、农林经济管理以及工学的风景园林学等学



贺金生 兰州大学草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室主任,北京大学教授,国家杰出青年科学基金获得者,国家973计划、重点研发计划项目首席科学家。主要从事全球变化生态学、生物多样性、草地近自然恢复等方面的教学和科研工作。在*PNAS*、*Nature Communications*、*Ecology*等国际刊物发表论文200余篇。兼任国务院学位委员会第八届学科评议组(草学)召集人、中国草学会副理事长、中国生态学会常务理事等。

收稿日期:2024-01-11;修回日期:2024-03-07

* 本文根据国家自然科学基金委员会第313期“双清论坛”及国务院学位委员会第八届学科评议组(草学)多次讨论形成。

** 通信作者,Email: jshe@pku.edu.cn

本文受到国家自然科学基金重大项目(32192461)的资助。

科密切交叉。另一方面草业科学的发展伴随着生产实践的需求,是一门综合性的应用与应用基础学科。

我国已经建立了具有中国特色的草业科学学科体系,基础研究内容涉及分子、细胞、个体、种群、群落、生态系统及景观各个层次。在应用基础方面,学科面向国家“粮食安全”“生态安全”和“美丽中国”建设的战略需求,依照“阐明机理、研发技术,示范推广”的思路,解决草业发展中的科技问题。

在新时期,我国以前所未有的力度推进农业科技进步和生态文明建设,确保粮食安全和生态安全。树立“大农业、大食物观”,向草原要粮食、要蛋白,是保障食物安全的重要途径。借国家自然科学基金委员会第 313 期双清论坛“双新时期草学的重大基础科学问题”之机,通过与会专家的深入研讨及会后的热烈讨论形成本文,旨在通过分析本学科在国内外发展的历程,提出优化学科体系的建议,进一步明确新时期的使命和挑战,与时俱进,促进学科发展,服务国家战略。

1 草业科学的发展历程

我国草业科学的形成和发展,具有鲜明的特点,主要整合了国际上草原学(Rangeland Science)、饲草学(Forage Science)、景观规划与管理学(Landscape Planning and Management)、植物保护学(Plant Protection)和农业经济管理(Agriculture Economics and Management)的学科特点。从产业链的角度,其向前延伸到了景观规划与管理,包括国家公园和自然保护区的草地,以及城镇和运动场的草坪等;向后拓展到了草畜产品初加工和经济管理。因此,草业科学是中国特有的、综合多种学科而形成的。其中,最主要的学科是草原学和饲草学。因此,草业科学的发展,主要是在草原学、饲草学及相关学科、草地农业发展的基础上形成的。国际上并无草业科学这样的学科体系,与其相近的是包括草原学和饲草学在内的草地科学(Grassland Science)。我国的草业科学,并无相应的英文,钱学森曾将其定名为 Prataculture Science,但作为一个中国人独创的英文专有名词,还有待于国际学术界的认可。本文的草业科学英译为 Grassland Science。

1.1 国际上草业科学的发展历程

1.1.1 草原学的发展历程

草原学是专门研究天然草地分类、分布、群落结构、功能、保护和可持续管理的学科。国际上,草原学的发展可以分为四个阶段:

(1) 萌芽阶段(19 世纪末至 20 世纪初):人们开始关注天然草地过度放牧和退化问题。当时,人们通过捕杀草地的啮齿动物和食肉动物、建立围栏等手段,期望获得更多的家畜生产和更高的经济效益。随后,人们逐渐意识到草地并不像之前认为的那样可以无限利用,便开始进行饲草和家畜的资源普查工作,这些为后来的学科发展奠定了基础^[1]。

(2) 草地管理的兴起(20 世纪 20 年代至 40 年代):对草地的研究开始得到重视,出版了关于草地管理的第一本教材“Range and Pasture Management”^[2]。在研究及管理上,主要以克列门茨的演替理论^[3]指导草地的研究工作,载畜量和承载力成为政府、牧场主、科学家和环保主义者关注和争论的焦点。

(3) 草原学的崛起(20 世纪 50 年代至 70 年代):二战以后,随着一系列改善美国中部大草原草地灌丛化努力的失败,研究人员意识到需要通过生态系统过程的调节,来恢复已经灌丛化的草地,而不应一味地追求恢复原始状态的物种组成,开始跨学科地关注草地的生物多样性保护、土壤侵蚀和水资源管理等问题,为保护和恢复受损的天然草地提供了理论和实践基础。在该阶段,草地管理不再只是一个以美国为中心的局部学科,各国科学家开始关注、并逐渐应用美国的经验和实践,开展对草地的研究和管理。

(4) 草原学的逐步成熟及与社会和经济的融合(20 世纪 80 年代至今):这一时期,提出了比克列门茨的演替理论更加适用于草地的非平衡理论^[4-6]。除草地管理的生态问题外,研究人员还意识到将当地利益相关者纳入决策过程的重要性,并开始研究草地管理的社会和经济影响,以及不同利益相关者之间的冲突和合作,旨在平衡生态、社会和经济目标,实现草地可持续管理。

1.1.2 饲草学的发展历程

饲草学的起源比草原学早得多。自远古时代人类就依赖饲草来支持其狩猎的野生动物或家养动物;植物和动物在进化过程中相互影响,使得草类植物获得了一系列适应放牧的性状^[7]。大多数近年广为应用的饲草起源于欧亚大陆和非洲。据记载,苜蓿(Medicago)是最早栽培的牧草,公元前 490 年,波斯人将其带入希腊,罗马人在征服希腊时利用了这种牧草,并于公元前 146 年将其带入罗马^[7]。在 18 世纪被引入美洲、澳大利亚和新西兰后,苜蓿成为世界范围内广泛种植的牧草^[8]。现在,苜蓿已成为美国经济价值仅次于小麦的第四大作物^[9]。公元

800年,三叶草(*Trifolium*)已经作为一种珍贵的饲草使用。16世纪开始,人类才开始播种特定的草种,构建草场,用于制作干草和放牧。更重要的是,17世纪初期,红三叶(*Trifolium pratense*)被引入英格兰的牧场,人们也逐步认识到将豆科植物与禾本科植物混合种植的价值^[7]。17~18世纪,从欧洲传入美洲的饲草包括三叶草、苜蓿和猫尾草(*Phleum pratense*)等。

草类植物的驯化和品种改良对其推广应用起了重要作用^[10]。从20世纪初开始,以英国的威尔士植物育种站(Welsh Plant Breeding Station at Aberystwyth)为代表的育种基地,培育了一系列优良的黑麦草(*Lolium perenne*)、三叶草、燕麦(*Avena sativa*)等饲草品种,并开发了适宜于不同区域的草种组合^[11]。高羊茅(*Festuca arundinacea*)虽然在1800s就被引进了美国,但直到1940s两个新品种(Kentucky-31和Alta)的释放才得以广泛种植;在1940s和1950s,高羊茅改变了美国东南部的景观并带来了显著的生态变化^[12]。现代以高羊茅人工改良草地为代表的牧场,已成为北美中部典型的草地农业景观^[11]。

1.1.3 草地农业的发展历程

草地农业的发展与饲草学的发展密切联系。在美国北部,由欧洲引进的冷季型牧草在1800s即得到广泛种植用以支持畜牧业生产^[13]。而在南部的南部,农业的发展经历了栽培作物从烟草—棉花—玉米、饲草的转变。直到1930s和1940s,该区域改良草种的种植和大规模肉牛及奶牛生产才得到大幅度发展^[13]。以栽培草地为基础、以草—畜系统为特征的草地农业系统成为现代农业结构的主要类型^[14]。

在我国,1982年任继周在中国和澳大利亚合作项目中,第一次提出了草地农业生态系统(Agro-ecosystem),随后于1984年发表了“南方草山是建立草地农业系统发展畜牧业的重要基地”一文,首次系统阐述草地农业生态系统的思想^[15],为草地农业的发展奠定了理论基础。

1.2 我国草业科学的发展

我国草业科学是从草原学和饲草学的基础上发展而来的。中华人民共和国成立以前,我国相关学科的发展是零星的,多在农学或畜牧学学科下开设饲草学、草原学和饲料生产学等课程。中华人民共和国成立后,从1952年开始,全国各农业院校的畜

牧专业普遍开设饲草学、饲料生产学和草原学。在1950—1956年,王栋先后出版《牧草学通论》《草地管理学》及《牧草学各论》^[16-18],标志着中国现代草原学的确立。王栋、贾慎修和任继周在1954年制订了《草原学与草地经营教学大纲》。1958年,内蒙古农牧学院成立草原专业,是我国高等院校成立的第一个草原专业。1964年,甘肃农业大学在畜牧系内成立草原本科专业;1965年,新疆八一农学院在畜牧兽医系内成立草原本科专业(图1)。

1972年,甘肃农业大学建立了我国第一个草原系。改革开放后,1984年,任继周系统提出草地农业系统包括前植物生产、植物生产、动物生产和后生物生产四个生产层。钱学森也在1984年也提出了“立草为业”的概念。上述论述有力地推动了全国学术界和产业界对草业的认识。我国于1985年颁布了《中华人民共和国草原法》。20世纪90年代开始,草业科学的研究队伍及规模得到快速发展。甘肃农业大学与甘肃草原生态研究所(兰州大学草地农业科技学院前身)共同成立了我国第一个草业学院(1992),随后,内蒙古哲里木畜牧学院、青海畜牧兽医学院、四川农学院、西藏农牧学院等相继成立草原本科专业。

1999年,国家对本科专业目录进行调整,草原学改变为草业科学,列入一级目录。2000年以来,我国草业科学教育得到了快速的发展。2002年,全国开设草业科学本科专业的高校增加至15个,2020年达到32个,使我国成为世界上开设草业科学专业高校最多的国家。截至2023年底,全国共有14所高校建立草业为主的独立学院。

研究生教育层面,1981年甘肃农业大学、内蒙古农牧学院和北京农业大学为我国第一批草原科学硕士学位授予单位。1984年,甘肃农业大学成为具有草原科学博士学位授予权单位,此后北京农业大学(1986年)、内蒙古农牧学院(1993年)也相继获得博士学位授予权。2011年,国家对研究生教育专业进行调整,草业科学更名为草学,从畜牧学下属的草原学二级学科,上升为草学一级学科^[19]。截至2023年5月,全国共有一级学科博士点17个,硕士点30个,成为世界上草业科学教育的大国。

2 草业科学的学科体系

2.1 当前草业科学的学科体系

一个成熟的学科,需要具备独立的研究内容、成

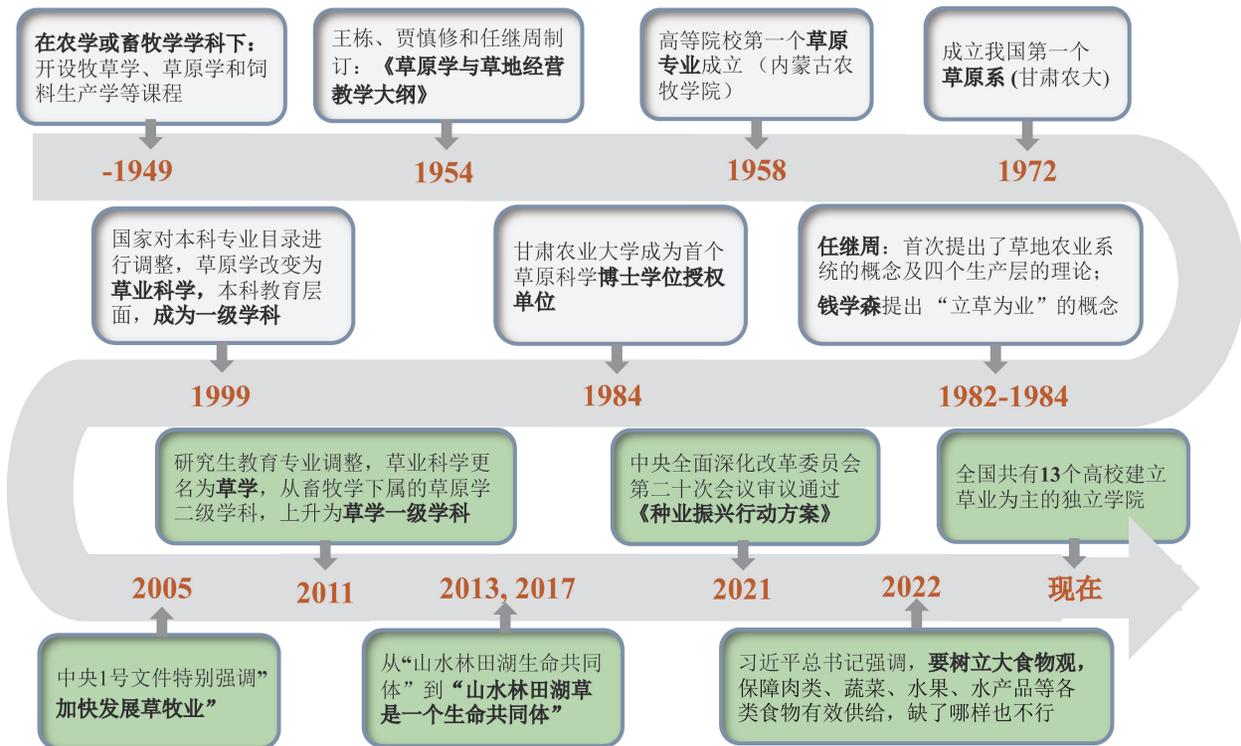


图 1 中国草业科学的发展历史

熟的研究方法、规范的学科体系。任继周主编的《草地农业生态学》^[20]和《草业科学研究方法》^[21]的出版，是草地科学向草业科学转变的里程碑的著作，奠定了草业科学的研究内容和研究方法。在学科体系方面，经过第七、八届国务院学位委员会草学学科评议组的多次讨论，根据学科的内涵和发展，草学设置 5 个相互联系的二级学科，即草原学、饲草学、草坪学、草地保护学和草业经营学。

草原学 (Range Science)：也称草地学，是研究草地分类、分布、结构、功能、管理和可持续利用的学科。以植物学、植物生理学、生态学、土壤学、动物科学、气象学和管理学等学科理论为基础，以观测、实验和模型模拟为手段，结合现代空—天—地、遥感和信息科学等技术手段，开展草地生态过程和草地资源、监测、规划、管理、培育和利用等方面的研究。

草原学主要包含四个研究方向：(1) 草地生态：研究草地生态系统生产者、消费者、分解者的结构、功能及其与环境的关系，并探索草地生态系统的物质循环与能量流动、生态和生产功能协同发展；(2) 草地资源：研究草地资源的形成和类型、资源特性及其利用规律，评估草地资源的自然和经济属性；(3) 草地管理：研究草地农业生态系统多功能性、多服务性的形成、维持和调控，在保障生态系统健康前提下提高生态系统的服务，实现草地的可持续利用

管理；(4) 保护地草地的管理：研究草原国家公园、自然保护区、风景名胜及文化遗产地的规划建设、管理、监测与评估、濒危物种保护及其生境恢复。

饲草学 (Forage Science)：也称牧草学，是研究饲草及饲料作物遗传育种、栽培及加工利用的科学。以植物学、遗传学、栽培学、土壤肥科学、微生物学、生态学和动物营养学等学科理论为基础，运用饲草栽培管理技术、传统及现代生物育种技术和饲草生产加工等技术，进行草种质资源收集、种质选育与创新、种子扩繁、种子生产，优良饲草和饲料作物栽培管理、收获、加工、贮藏及高效转化利用等方面的研究。

饲草学主要包含六个研究方向：(1) 草种质资源收集与鉴定：进行种质资源的搜集鉴定，基因挖掘及功能验证，种质遗传分析等；(2) 牧草及饲料作物遗传与育种：通过关键性状的遗传调控研究，进行传统和现代生物育种等；(3) 草种子繁育：开展草种子生理、扩繁、生产、质量检测与管理等方面的研究；(4) 牧草及饲料作物栽培：开展优良饲草和饲料作物栽培管理研究；(5) 草产品加工与利用：进行饲草加工调制过程中营养物质降解转化的规律，饲草收获、加工、贮藏及高效转化等方面的研究；(6) 栽培牧草草地放牧利用：进行栽培牧草集约化放牧技术与草饲畜产品生产等方面的研究。

草地保护学 (Grassland Plant Protection): 研究草地病、虫、鼠和毒害杂草等有害生物引致灾害的发生、发展规律、防控措施及其可持续管理的学科。草地保护学以草原学、饲草学、微生物学、植物病理学、昆虫学、动物学、毒害杂草学、动物营养学、生态学及经济学等学科为基础,以草地有害生物演化、动态发生、致灾机理及可持续管理为理论体系,具有草学和植物保护学等多学科交叉属性。研究方法有草学、植物保护学、分子生物学技术及信息技术等。

草地保护学主要包含六个研究方向:(1) 草地植物病理学:研究草地植物病原生物学、发生规律、致病机理及综合防治;(2) 草地昆虫学:研究草地昆虫生物学和生态学特性及其防控;(3) 草地啮齿类动物学:研究草地啮齿类动物生物学和生态学特性及其防控;(4) 草地微生物学:研究草地生态系统中内生真菌、菌根真菌、根瘤菌、根际促生菌及其他土壤微生物的类群、功能与利用,土壤—植物—动物系统中,微生物的功能与作用及其调控;(5) 毒害杂草与管理:研究草地毒害杂草的种类、分布、发生与危害规律、开发利用及其防控;(6) 有害生物综合防控:研究草地有害生物的互作机理及综合防控。

草坪学 (Turf Science): 草坪学是研究草坪草遗传育种、生理生态、草坪工程规划与设计以及草坪建植与管理的科学。草坪学以草学、生物学、园林学、工程学、景观生态学、植物保护学、植物营养学、美学等学科为基础,以草坪草生长发育机理、草坪与环境的关系、草坪工程发展规律为理论体系,通过多学科交叉创新,服务于景观绿地、运动场草坪及生态修复。研究方法有草学、植物生理学、景观生态学、草坪工程学、分子生物学技术等。

草坪学主要有四个研究方向:(1) 草坪与环境:研究草坪植物群落特征、演变规律和生态适应性;(2) 草坪草种质资源与遗传育种:研究草坪草种质资源与遗传育种、开发与利用、草坪草种子生产;(3) 草坪景观规划与设计:研究草坪休憩文化与运动文化内涵,草坪景观、草坪工程规划与设计原理及方法;(4) 草坪建植与管理:研究草坪建植与管理理论及措施,草坪养护产品研发与生产等。

草业经营学 (Economics and Management of Grassland Agriculture): 草业经营学是综合应用农业经济管理学与草地科学的理论与技术,研究草业系统经营管理问题的科学。草业经营学以草原学、饲草学、系统工程学、经济管理学等学科为基础,以草地农业系统为理论体系,通过多学科交叉研究草业

在农业系统中的贡献和作用,草业各经营主体对市场变动的反应、面对外部冲击的意愿及行为,草业生产系统评价、优化与经营,草业政策绩效评价及调整等草业可持续经营管理问题。

草业经营学主要包含三个研究方向:(1) 草业经济规律:从宏观经济角度研究草业领域的生产、交换、分配、消费环节的经济问题及其规律,并从微观经济角度探讨如何合理组织草业生产力及资源配置等;(2) 草业效益评价:利用会计学、财务管理学、经济学等理论和方法,研究测算草业各环节成本收益和比较效益;测算草食畜牧业中草的直接经济效益、间接经济效益、生态效益和社会效益,进而客观评价草业的综合效益。(3) 草业政策:利用经济学和管理学的理论和方法,研究草业系统相关政策的实施效果,及时提出纠偏方略;根据草业运行状态,设计和提出相应政策。

2.2 优化草业科学学科体系的设想

传统意义上的草业科学,是以草地农业生态系统及其组分为研究对象,强调组成的4个生产层:前植物生产层、植物生产层、动物生产层、后生物生产层。这里的草地农业生态系统,是指草地与农业相结合的生态系统,是在特定的环境中形成、有一定结构,组成以草本植物为主或有一定木本植物存在,有家畜或野生动物生存的农业系统。它以收获饲料用植物和动物及动物产品为主要生产方式,但同时兼有景观效益和产品加工流通等社会功能^[20]。因此,草地农业科学就是草业科学的同义词。目前草业科学5个二级学科的设置,也是以此为基础。

人类对自然的认识是一个发展过程,随着研究手段的进步和相关学科认知水平的提高,知识的边界不断拓展,认识也更加深入。人类对草类植物及草地的认识,也是这样。早期对草地的认识,更多强调的是生产功能。随着生产力水平的提高和农业的科技进步,草地除了在保障人类食物安全的作用外,它的碳汇、生物多样性保育等生态功能、文化功能愈显重要。

欧洲于21世纪初提出了草地的多功能性^[22],即生态系统同时维持多种生态系统功能和服务的能力^[23-25]。草地生态系统的生态功能、生产功能和生计功能就是多功能性和多服务性的具体体现^[26]。森林和草地同样具备水库、钱库、粮库、碳库“四库”功能。在这样的背景下,建议把草地农业系统学 (Science of Grassland Agrosystems) 单独作为一个二级学科(图2)。在这样的框架下,体现草地的多

功能性和多服务性^[24, 25] (图 3)、生态功能和生产功能并重的学科目标。

从草地的多功能性和多服务性考虑,就可以把草地的单一生产功能管理,拓展到草地多功能管理(图 4)。在草原牧区、农牧交错区、农区草地,强调草—畜功能耦合和生产功能;在自然保护区强调草地的自然原真性和生态功能;在青藏高原生态屏障区、北方防沙带等草地,体现草地的生态—生产功能并重、生态优先;在景观草地、城市绿地等,强调草地的生态功能、美学功能、宜居功能等。

在新的框架下,草地农业系统和耕地农业系统相对应。在系统内,草地农业系统组成包括第一性生产(植物生产、饲草生产等)、第二性生产(动物生产)、土—草—畜养分转换等;在系统间(区域尺度),包括农区与牧区的耦合、林—草系统、草—田系统(如绿肥)、草—药系统等。这些都是草地农业系统学的研究内容。

3 新时期草业科学的使命

2013 年 11 月,习近平总书记在党的十八届三中全会上作关于《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》的说明时指出“山水林田湖是一个生命共同体”。2017 年 7 月,习近平总书记进一步强调,坚持“山水林田湖草”是一个生命共同体。近年来,在“山水林田湖草沙”生命共同体理念、“绿水青山就是金山银山”两山理念的指导下,草学学科充分利用我国丰富的草地和生物资源优势,在助力草原牧区“脱贫攻坚”“乡村振兴”“生态文明建设”等方面、在学科理论探索和社会服务等方面做出了重大贡献。

那么,新时期草业科学面临的重大国家需求是什么? 这些重大需求背后的科学问题又是什么? 草业科学的贡献究竟在哪里? 这些问题需要每一位草业人深入思考。



图 2 草业科学的二级学科构成

草地多功能管理 (Multifunctional management of grassland)

	食品安全	生态安全 (生态屏障建设)	美丽中国 (宜居环境)
自然保护区	■	■■■■	■■■■
草原牧区	■■■■	■■■■	■■■■
农牧交错区	■■■■	■■■■	■■■
农区草地	■■■■	■	■
南方灌草丛	■■■	■■■	■■■
城市绿地	■	■	■■■■

图 3 草地生态系统的多功能性与多服务性

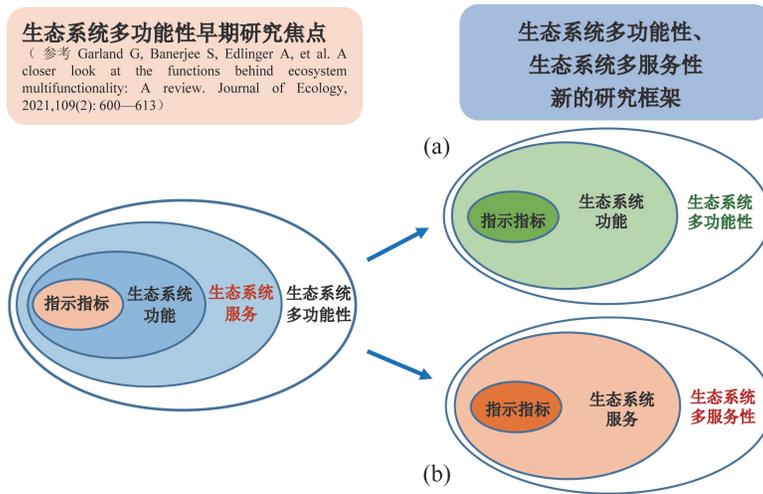


图 4 草业科学面临的重大国家需求与草地多功能管理

3.1 新时期草业科学面临的重大国家需求

新时期草业面临重大的国家需求,如何解决这些需求背后的科技难题,既是机遇,也是挑战,更是草业人的神圣使命。

第一,全方位夯实粮食安全根基,饲草不安全,粮食就不可能安全。“国以民为本,民以食为天”,粮食安全与社会的和谐、政治的稳定、经济的持续发展密切相关。在强调粮食安全的同时,我们要注意到一个事实,全球的粮食约有一半是作为饲料粮来使用的。因此,饲草不安全,就不能保证粮食安全(图 5)。我国是畜牧业生产大国,饲养着占全世界 1/5 的羊、1/11 的牛,优质饲草的需求总量超过 1.2 亿吨,目前尚有 40%~50% 的缺口,每年进口苜蓿、燕麦等优质饲草 200 多万吨。由于我国良草繁育尚存重大短板及系列亟待解决的重大科学问题^[27],致使广袤草地在国家食物安全保障中的作用并未得以充分发挥。

第二,树立大食物观,大力发展草地农业,在多元化食物供给体系中发挥作用。2015 年,中央农村

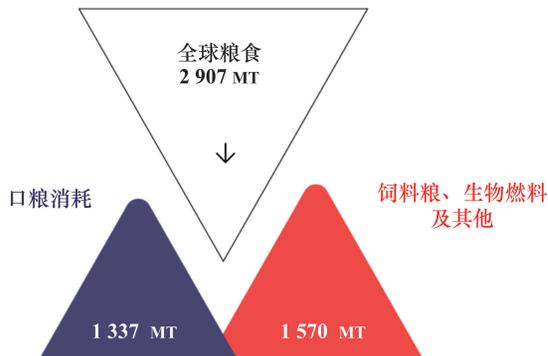


图 5 全球的粮食约有一半是作为饲料粮来使用的^[28], 饲草不安全,粮食就不可能安全(MT:兆吨)

工作会议上习近平总书记提出“树立大农业、大食物观”,并于 2017 年明确指出向草原要粮食、要蛋白,全方位、多途径开发食物资源。近年来,人民生活水平持续提高,膳食结构发生了显著的变化,粮食谷物的消费占比不断下降,肉蛋奶等蛋白类食品比例不断增加。我国人均耕地面积不足世界平均水平的 40%,在耕地有限情况下,向草原要粮食、要蛋白,大力发展草食畜牧业(草地农业),是保障食物安全的重要途径和必由之路。但我国饲草新品种少,对外依存度高;截至 2022 年底,我国仅有 651 个草类植物新品种通过审定,其中引进品种和引进改良品种占三分之二,“饲草之王”紫花苜蓿用种量的 60% 以上依赖进口。

第三,国家生态屏障建设,在草地保护和草地修复事业中发挥支撑作用。根据最新的统计,我国各类草地面积达 2.65 亿公顷,占国土面积的 27.6%,但大部分草原出现不同程度退化。这些天然草地主要集中分布在西北和北方地区,和国家规划的“三屏四带”生态屏障高度重合。青藏高原生态屏障区主体就是草地,黄河重点生态区的上游、长江重点生态区的上游、北方防沙带都有大比例的草地。退化草地修复不仅对生态屏障建设具有重要的意义,对乡村振兴、草原各族群众的福祉都举足轻重。而草地的修复需要大量耐寒、抗旱、耐瘠薄、耐盐碱草种。

3.2 重大国家需求背后的科学问题

面向上述国家重大战略需求,要从根本上解决上述短板和瓶颈问题,须聚焦攻克其背后亟待解决的核心科学问题:(1) 利用现代生物技术高效创制新种质并选育优良饲草和生态修复用草新品种;(2) 提升优良草品种的种子生产水平,利用新品种

并优化物种组配修复退化草地,提升草地生态系统服务功能与稳定性。要解决以上科学问题,还要在问题的上游进行科技攻关,这包括:(1)种质资源精准鉴定及高效育种新技术平台研发的基础研究;(2)草类植物优异性状形成的遗传机理解析及分子设计育种体系的基础研究。

在生态屏障建设及退化草地修复方面,要攻关:(1)如何构建草畜平衡体系,实现草地的生产与生态功能的协调和可持续发展?(2)如何通过优化物种配比,调控营养级联效应,加速草地的近自然修复?(3)如何通过调控草畜互作过程,实现草地农业的有效减排、提升草地固碳能力?(4)如何实现从优良饲草选育到优化的水肥调控及栽培管理,实现栽培草地品质与产量上的双提升?(5)如何实现基于功能微生物作用的饲草品质与动物生产性能的精准调控,实现基于生态健康的草畜高效转化?(6)揭示饲草加工到动物生产高效转化过程的生物学基础。

通过充分讨论,凝练的上述科学问题,尽管不能覆盖草业科学的各个方面,但希望对未来的研究部署有所帮助,对学科的发展有所启示。

参 考 文 献

- [1] Sayre NF. The politics of scale: a history of rangeland science. Chicago: The University of Chicago Press, 2017.
- [2] Sampson AW. Range and Pasture Management. New York: Wiley Press, 1923.
- [3] Clements FE. Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916.
- [4] Friedel MH. Range condition assessment and the concept of thresholds: a viewpoint. Journal of Range Management, 1991, 44(5): 422.
- [5] Svejcar T, Brown JR. Failures in the assumptions of the condition and trend concept for management of natural ecosystems. Rangelands, 1991, 13(4): 165—167.
- [6] Fuhlendorf SD, Briske DD, Smeins FE. Herbaceous vegetation change in variable rangeland environments: the relative contribution of grazing and climatic variability. Applied Vegetation Science, 2001, 4(2): 177—188.
- [7] Walton PD. The origin and development of world forage crops. Economic Botany, 1971, 25(3): 263—266.
- [8] Bolton JL, Goplen BP, Baenziger H. World distribution and historical developments. Hanson CH, ed. Agronomy Monographs. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, 2015: 1—34.
- [9] Du J, Lu SY, Chai MF, et al. Functional characterization of *PETIOLULE-LIKE PULVINUS (PLP)* gene in abscission zone development in *Medicago truncatula* and its application to genetic improvement of alfalfa. Plant Biotechnology Journal, 2021, 19(2): 351—364.
- [10] Bouton JH. Forage breeding and cultivar development: a 50-year perspective. Grassland Research, 2023, 2(2): 97—105.
- [11] Moore KJ, Collins M, Nelson CJ, et al. Forages, the science of grassland agriculture. Hoboken: Wiley-Blackwell Press, 2020, 2(7).
- [12] Hoveland CS. Origin and History. Tall Fescue for the Twenty-first Century, 2009(53): 1—10.
- [13] Ball DM, Hoveland CS, Lacefield GD. Southern forages: modern concepts for forage crop management. Norcross: Potash & Phosphate Institute and the Foundation for Agronomic Research, 2002.
- [14] Holechek JL, Pieper RD, Herbel CH. Range management: Principles and practices. Englewood: Prentice Hall Press, 2011.
- [15] 任继周. 南方草山是建立草地农业系统发展畜牧业的重要基地. 中国草原与牧草, 1984, 1(1): 8—12.
- [16] 王栋. 牧草学通论(下编). 南京: 畜牧兽医图书出版社, 1950.
- [17] 王栋. 草原管理学. 南京: 畜牧兽医图书出版社, 1955.
- [18] 王栋. 牧草学各论. 南京: 畜牧兽医图书出版社, 1956.
- [19] 国务院学位委员会第六届学科评议组. 学位授予和人才培养一级学科简介. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [20] 任继周. 草地农业生态学. 北京: 农业出版社出版, 1995.
- [21] 任继周. 草业科学研究方法. 北京: 农业出版社出版, 1998.
- [22] Hector A, Bagchi R. Biodiversity and ecosystem multifunctionality. Nature, 2007, 448: 188—190.
- [23] Jing X, Sanders NJ, Shi Y, et al. The links between ecosystem multifunctionality and above-and belowground biodiversity are mediated by climate. Nature Communications, 2015, 6: 8159.
- [24] 井新, 贺金生. 生物多样性与生态系统多功能性和多服务性的关系: 回顾与展望. 植物生态学报, 2021, 45(10): 1094—1111.
- [25] 贺金生, 卜海燕, 胡小文, 等. 退化高寒草地的近自然恢复: 理论基础与技术途径. 科学通报, 2020, 65(34): 3898—3908.
- [26] Sanderson MA. Plant diversity and multifunctional management of grassland agriculture. Southern Pasture and Forage Crop Improvement Conference Proceedings, 2010: 253218.
- [27] 南志标, 王彦荣, 贺金生, 等. 我国草种业的成就、挑战与展望. 草业学报, 2022, 31(6): 1—10.
- [28] Dykstra P. Most of the world's grain is not eaten by humans. The Economists, 2022.

The History, Disciplinary System and Mission of Grassland Science in the New Era

Jinsheng He^{1,2*} Guodong Han³ Yingjun Zhang⁴ Tianming Hu⁵ Shangli Shi⁶
Yingzhong Xie⁷ Tingyu Duan¹ Shikui Dong⁸ Kejian Lin⁹ Deli Wang¹⁰
Zengyu Wang¹¹ Zhenfei Guo¹² Zhibiao Nan¹

1. State Key Laboratory of Herbage Improvement and Grassland Agro-ecosystems/College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020
2. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871
3. College of Grassland, Resources and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010011
4. College of Grassland Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193
5. College of Grassland Agriculture, Northwest A&F University, Xianyang 712100
6. Pratacultural College, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070
7. School of Forestry and Grassland Science, Ningxia University, Yinchuan 750021
8. School of Grassland Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083
9. Institute of Grassland Research, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Hohhot 010010
10. School of Life Sciences, Northwest Normal University, Changchun 130024
11. School of Grassland Science, Qingdao Agriculture University, Qingdao 266109
12. College of Agro-grassland Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095

Abstract Grassland science is the subject to study the traits and functions of grassland and its component, and the utilization, conservation, and improvement of grasslands. Grassland science in China was developed on the basis of Ren Jizhou's theory of grassland agro-ecosystem and integration of the characteristics of range science, forage science and science of grassland agriculture. A discipline system of grassland science with Chinese characteristics has been established in China, including range science, forage science, management of grassland pest, turf science, and economics and management of grassland agriculture. On the basis of briefly summarizing the history of grassland science, combined with the new progress in the multifunctionality, multiserviceability and multi-functional management of grassland ecosystems in this century, it is proposed to add science of grassland agriculture as a new sub-discipline of grassland science. Grassland science is facing major national demands and challenges in the new period; including forage security is essential for national food security; the establishment of a big food concept and the vigorous development of grassland agriculture contribute to the diversified food supply system; and the construction of the national ecological barrier plays a supportive role in the cause of grassland protection and restoration. This paper further summarizes the scientific and technological issues behind these demands. The major needs of the country are both opportunities, challenges and missions for grassland science.

Keywords grassland science; disciplinary systems; science of grassland agrosystems; multifunctionality; multifunctional management of grassland

(责任编辑 刘敏 张强)

* Corresponding Author, Email: jshe@pku.edu.cn