



农业大数据学报
Journal of Agricultural Big Data
ISSN 2096-6369, CN 10-1555/G2

《农业大数据学报》网络首发论文

题目：中国国家养动物种质资源数据平台系统开发及应用
作者：赵一广，罗清尧，郑姗姗，浦亚斌，熊本海
收稿日期：2022-05-10
网络首发日期：2022-06-12
引用格式：赵一广，罗清尧，郑姗姗，浦亚斌，熊本海. 中国国家养动物种质资源数据平台系统开发及应用[J/OL]. 农业大数据学报.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1555.G2.20220610.1509.004.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字符、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

中国家养动物种质资源数据平台系统开发及应用

赵一广 罗清尧 郑姗姗 浦亚斌 熊本海*

(动物营养学国家重点实验室/中国饲料数据库情报网中心/中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193)

摘要：中国是世界上畜禽种质资源最丰富的国家之一，其保护与利用对选育突破性畜禽动物新品种，促进中国畜牧业生产可持续发展，保障畜产品有效供给意义重大。但是，当前畜禽种质资源的开发利用不足严重影响中国畜产品安全。因此，全面收集整理畜禽品种资源，尤其数字化整理种质资源的性状特性，开展畜禽种质资源的数据共享，并通过资源数据共享促进种质的实物共享，将成为中国今后长期保障国家畜产品安全的关键措施之一。本研究数字化整理了已有家养动物品种资源及种质资源的种类、空间分布、按特性类型划分的各种性状特性数据、不同品种和性别的外貌特征、特定生境下图片及视频，以及部分种质的基因图谱。系统提供了上述各种类型数据的可视化查询、全文检索查询，以及基于 GIS 技术的品种资源空间分布及属性的查询与统计分析，为已有种质资源数据的查询及共享提供了便捷的平台和分析工具。本研究还指出，平台今后的发展方向是在进一步拓展种质资源的评价数据基础上，开展种质资源性状数据的统计分析，为珍稀濒危种质资源的抢救性保护及时做好预警预报，最终为中国畜禽种质资源，尤其为产业化服务的核心种质资源保驾护航。

关键词：家养动物；种质资源；全文检索；GIS

中图分类号：G203

文献标识码：A

文章编号：2096-6369 (XXXX) XX-0001-10

引用格式：赵一广,罗清尧,郑姗姗,等.中国家养动物种质资源数据平台系统开发及应用[J].农业大数据学报.

Zhao Yiguang, Luo Qingyao, Zheng Shanshan, et al. Development and Application of China Domestic Animal Germplasm Resources Data Platform System[J]. Journal of Agricultural Big Data.

Development and Application of China Domestic Animal Germplasm Resources Data Platform System

Zhao Yiguang Luo Qingyao Zheng Shanshan Pu Yabin Xiong Benhai*

(State Key Laboratory of Animal Nutrition/China Feed Database Information Network Center/Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: China is one of the most abundant countries in the world in terms of livestock and poultry germplasm resources. The protection and utilization of the germplasm resources are of great significance for breeding new varieties of livestock and poultry, promoting the sustainable development of China's animal production and ensuring the effective supply of animal products. However, the current insufficient development and utilization of livestock and poultry germplasm resources have seriously affected the security of livestock products in China. Therefore, it is

收稿日期：2022-05-10

基金项目：“十四五”国家重大科技攻关项目(2021YFD1200305), 科技部数据平台项目(NASDC2022XM02)

第一作者简介：赵一广，男，博士，助理研究员，研究方向：智慧畜牧业；E-mail:zhaoyiguang@caas.cn。

通讯作者：熊本海，男，博士，研究员，研究方向：智慧畜牧业；E-mail:xiongbenhai@caas.cn

one of the key strategies to ensure the security of national livestock products in the long term in China to comprehensively collect and reserve livestock and poultry variety resources, especially digital sorting of germplasm resource characteristics, data sharing of germplasm resources, and consequently, promoting physical sharing of germplasm. In this study, the species and spatial distribution of the existing domestic animal variety resources and germplasm resources, the characteristic data of various traits divided by characteristic types, the appearance characteristics of different varieties and sexes, pictures and videos in specific habitats, as well as the gene map of some germplasm were digitally categorized. The system provides visual query and full-text retrieval of various types of data in the above, as well as the query and statistical analysis of spatial distribution and attributes of variety resources based on GIS technology. Therefore, it provides a convenient platform and analysis tool for the query and sharing of existing germplasm resource data. This study also points out that the future development direction of the platform is to carry out statistical analysis of germplasm resource character data on the basis of further expanding the evaluation data of germplasm resources, make early warning and prediction for the rescue protection of rare and endangered germplasm resources, and finally safeguard China's livestock and poultry germplasm resources, especially the core germplasm resources serving the animal industry.

Keywords: domestic animals; germplasm resources; full-text retrieval; GIS

1 引言

中国是世界上畜禽遗传资源最为丰富的国家之一,截止到2021年,已鉴定注册地方品种565种,培育品种132种,培育配套系131种,引入品种101种,引入培育配套系55种,总共达到984种,约占世界畜禽遗传资源总量的1/6^[1]。但如今这些资源安全状况日趋严峻,中国濒危和濒临灭绝品种约占地方畜禽品种总数的18%,超过一半的地方品种数量呈下降趋势^[2],保护特色畜禽种质资源已刻不容缓。畜禽良种是中国畜牧业的“核心芯片”及“点火器”,畜禽良种对畜牧业产业发展的贡献率超过40%^[3],畜牧业的核心竞争力很大程度体现在畜禽良种上。保护并开发利用好畜禽种质资源尤其地方特色种质资源,实现优良种质资源的标准化收集、科学鉴定与评价、保存及开放共享利用,对于现在及未来选育可产业化的畜禽新品种意义深远。

2019年,中美贸易摩擦、非洲猪瘟爆发及2022年2月以来爆发的俄乌战争等严峻形势,对畜禽遗传资源保护提出了全新的挑战,也对家养动物种质资源共享工作提出了更高的要求。因此,家养动物种质资源共享平台开启了由平台转型升级为资源库的布局谋划之年^[4]。平台严格按照中华人民共和国科技部、中华人民共和国财政部共同印发的《关于发布国家科技资源共享服务平台优化调整名单的通知》^[5],研究制定了家养动物平台运行实施方案,以实物资源超低温保存和数据资源深度挖掘为主要的研究方向,以精准

服务科技前沿和主导产业为目标,以国际同类先进机构为标杆,为平台升级转型为国家家养动物种质资源库进行了组织运行管理与资源服务等方面的调整,在资源信息库建设运行方面大力推行改革升级。依托单位中国农业科学院北京畜牧兽医研究所,与全国畜牧总站国家级家畜基因库、江苏省家禽科学研究所国家级地方鸡种基因库(江苏)基因库、江苏农牧科技职业学院国家级水禽基因库(江苏)、中国农业科学院特产研究所和中国农业大学动物科技学院紧密联合,积极开展地方猪、牛、羊、鸡、鸭、兔、鹿等家养动物资源的调查收集、超低温保存、鉴定评价与共享服务等工作。种质资源库自2019年度进一步整合实物资源,建立了样本库、细胞库、精液胚胎库、活体库等多种形式互为补充的资源保护与利用体系,资源总量达到87.75万份,覆盖了579个品种,其中组织样本库18万份,细胞库5.57万份,精液胚胎库58.85万份,活体库5.32万份,大幅提升了种质资源保存的多样性^[6]。上述实物种质资源的收集、保存以及原产地的保护,对应的资源评价信息及空间属性数据不断积累,为开发中国家养动物种质资源的信息共享与大数据挖掘平台奠定了坚实的物质基础。

中国家养动物种质数据共享平台开发并应用始于21世纪初,主要在规范化《中国家畜家禽遗传资源志》^[7]和《中国畜禽遗传资源志》^[8]当初调查搜集到的畜禽种质资源信息后,利用TBF全文信息非结构数据库^[9],构建了“中国畜禽品种资源网络数据库”,并通过WEB网址发布。在网站内系统提供了包括全文

检索、组合检索、二次检索、字段检索和多库检索等功能,具有一定的先进性,主要提供文本、数据及图片信息的共享。但是随着信息技术的快速发展,尤其是新媒体技术的发展^[10],无论是科技行业还是大众娱乐,对多媒体信息共享的传播形态与方式都有新的提升。主要体现在大量信息共享的个性化体验及数据的一站式升值服务,需要利用数字技术,通过计算机网络、无线通信网、卫星等渠道,以及电脑、手机、数字电视机等移动终端,向用户提供信息和服务。早期传统的数据网站的信息共享远远不能满足科技创新及大众的科普需求,因此本研究将全面采用新媒体数字化技术,升级开发新一代家养动物种质资源数据共享信息网,提升用户共享数据的个性化体验,创新开发数据共享的多维模式。

2 数据准备及平台设计

2.1 数据来源及数据准备

本研究是以中国家养动物遗传资源信息网门户网站 www.cdad-is.org.cn 旧版数据^[11]为基础,包括自家养动物种质资源平台建设及转型种质资源库以来的数字化整理的各种遗传资源信息。从物种类型上划分,包括畜禽遗传资源及特种动物遗传资源。从遗传资源物质上划分,无论是畜禽动物,还是特种动物,都包含体细胞库、干细胞库、基因组文库、cDNA 文库、功能基因库、线粒体 DNA 文库、突变体库、精液

库、卵细胞库及胚胎库等。上述各种遗传资源数据主要来自对《中国家畜家禽遗传资源志》、《中国畜禽遗传资源志》以及地方志^[12-14]的数字化整理和国家家养动物种质资源库主建及参建单位的遗传资源数据信息,以及国内正式出版社公开出版的畜禽种质资源信息等。

2.2 大数据平台设计

大数据平台数据库设计采用了 MySQL8.0.28 中文版网络数据库^[15]。该数据库提供了多种数据库存储引擎,适用于不同的应用场合,用户可以选择合适的引擎以得到高性能服务体系,且支持多种目前流行的程序设计语言,包括 C 语言、C++、Java、Perl、PHP 等。采用的平台开发语言为 PHP 语言^[16]。该语言是一种通用开源脚本语言,吸收了 C 语言、Java 和 Perl 的优点,利于学习,使用广泛,主要适用于 Web 数据库开发领域,与数据库的接口性能优越。

本研究构建家养动物遗传活体资源空间属性数据的 GIS 分析平台采用的支撑系统为“百度专网地图(DUGIS)”中的 WEB GIS 模块^[17]。该模块系统在时空数据服务、空间可视化分析服务、数据管理等方面的优势明显,可满足动物遗传资源的大数据分析,尤其可为动物遗传活体资源的空间分布属性分析提供技术支撑。图 1 为大数据平台拟实现的数据管理及可视化分析模块。

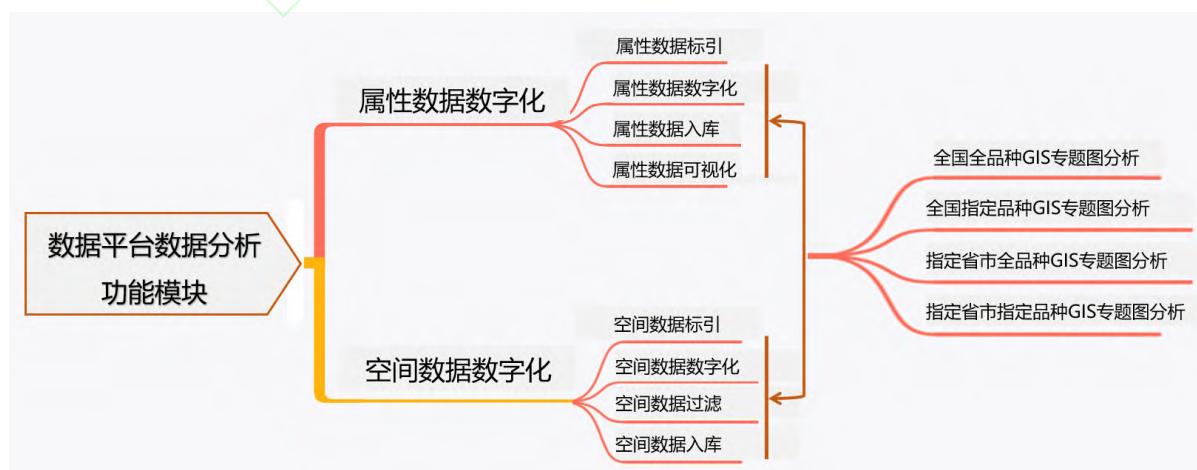


图 1 大数据平台拟实现的数据管理及数据可视化分析模块

Fig.1 Data management and visualized analysis modules proposed to be implemented by the big data platform

2.3 系统平台开发技术路线

如图2所示,家养动物遗传资源大数据平台的研发是以包括畜禽及特种动物的遗传物质数字化整理为切入点,按结构性数据库的构建方法建立网络数据库,将不同遗传物质的数据描述规范及遗传资源特性数据库分别储存在不同的数据表中。例如,遗传资源的核心元数据库^[18]、共性描述数据库、个性描述数据库、遗传资源按物质分类数据库、种质资源按物种分类的数据库、分类资源图片或影像数据库等。此外,由于一些类型的遗传物质如线粒体DNA、功能基因及突变体等信息量不足,数据库还在建设中,尚未提供数据共享。某些数据库由数量不等的数据表组成,以形成“轻便”型数据库。

与动物遗传资源物质数据库构建对应的是用于数据分析的模型库构建、可视化分析及GIS分析工具模块的开发,以及数据结构或中间件的设计。基于构建的数据库(表)及数据结构或中间件,可在线开展针对遗传物质属性数据及其组合的可视化分析与输出、品种分布及其特性组合的GIS图谱分析等,从而构成中国家养动物种质资源数据分析平台,更好地满足用户对数据深度分析的需求。

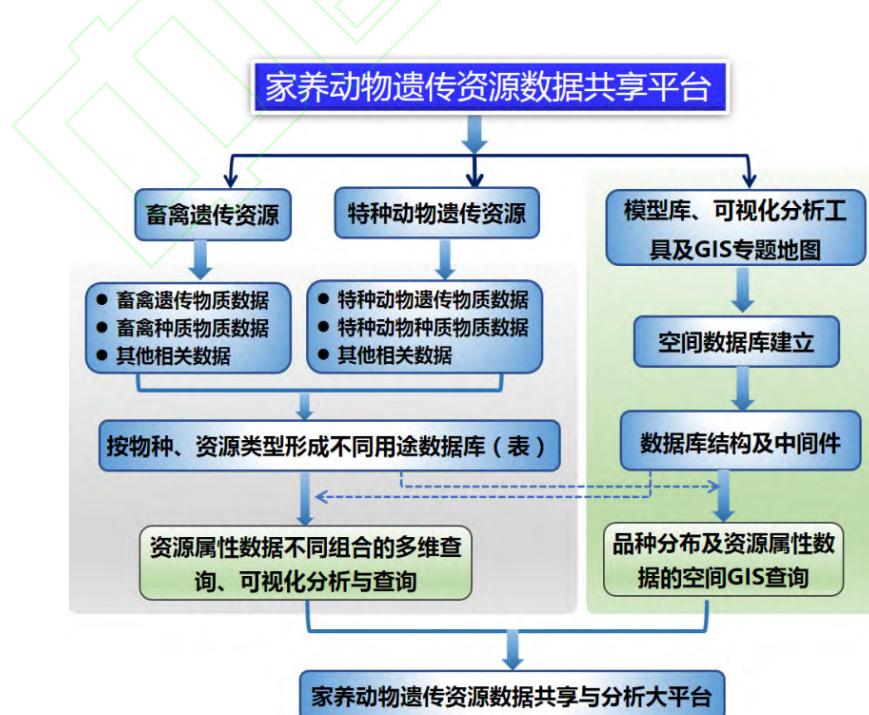


图2 家养动物遗传资源数据分析平台研发技术路线

Fig.2 Technical route of domestic animal germplasm resource data analysis platform

3 结果与分析

3.1 数据平台后台实现的功能

图3所示为本研究开发的后台数据导入及导出的采编发系统。所有进入前台发布及展示的内容都在后台的数据库进行维护,包括在不同数据库(表)中数据的追加、修改、删除,以及前台对不同数据库甚至数据记录的查询与下载的数据,都记录在后台的数据库中。尤其是可批量导入或导出数据库中的记录,提高数据的转化及处理效率,也可以定义不同的数据库内容在前台展示的风格。

3.2 数据平台前台实现的功能

图4所示为数据共享平台的前端页面,除了对三大类种质资源信息,包括资源品种信息、种质资源信息和基因库信息查询外,还提供实体资源的“共享服务”、资源数据的WEB查询分析服务、站内综合查询服务,以及库存资源的在线统计等。

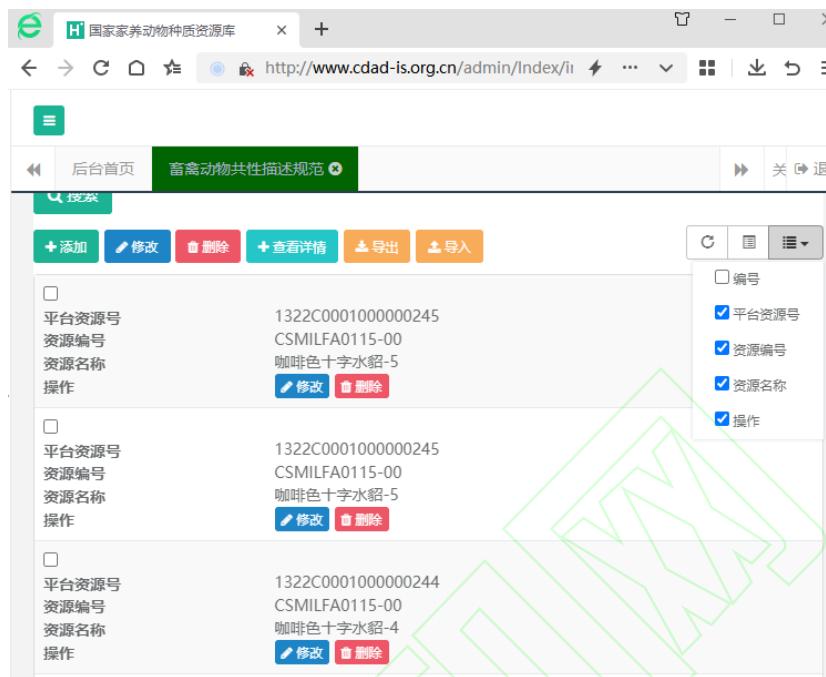


图3 后台数据导入导出及采编发系统

Fig.3 The import and export, and collection, editing and distribution systems for background data



图4 家养动物遗传资源数据共享平台主界面

Fig.4 Frontpage of domestic animal germplasm resource data sharing platform

3.2.1 站内全文检索查询

全文检索技术被广泛的应用于搜索引擎,查询检索等领域^[19]。在图4所示系统主页的右上角的检索框里输入“黑猪”后,点击右侧的“高级检索”就进入如

图5所示的站内全文检索页面。系统列出所有的数据库名及对应的数据表名,可以事先确定检索的具体范围。此处选择“全选”,总共得到121条含有“黑猪”的记录,并将相关记录列出在同页面的下方,可分页

显示。在此显示页面下如选取“北京黑猪”,即可在新的窗口中显示该品种的资源属性数据,内容可上下滚动。

动,可查看相关图片甚至视频等信息。

图5 数据平台站内全文检索（以黑猪为例）

Fig.5 Full-text retrieval in the data platform station (e.g., black pig)

3.2.2 种质资源查询

种质资源主要包括体细胞库、干细胞库、基因组文库、cDNA 文库、功能基因库、线粒体 DNA 文库、突变体库、精液库、卵细胞库及胚胎库等。目前本平台主要开展了精原干细胞库、精子库、畜禽 DNA 文库、体细胞库、干细胞库及基因文库等。图 6 所示为从“种质资源”到“精原干细胞”再到选择的“晋南黄牛”的查询结果,主要获得的信息包括该种质资源所属单位,贮存资源库,以及获取实物资源途径等。

3.2.3 基于 GIS 的种质资源的空间属性查询

种质资源尤其是实体种质资源的收集、分布及特性分析如果借助 GIS 技术,将品种特性数据与所处空间地理位置的数据结合起来,为开展不同品种特性及其属地特性的多维数据分析,以及为目前进行的全国品种实体资源的普查、资源的调度及调盈补缺等具有

重要意义。图 7 显示了利用 GIS 技术开展的各类入库种质资源的数量统计分析、资源的具体分布及一站式的特性查询,尤其是可获得同一物种例如猪、蛋鸡、肉鸡、牛和羊的全国分布 GIS 专题图谱。图 7 右边所示的一些品种是原产于湖北省境内的入选国家品种志的畜禽品种。

从站内全文检索,到不同种质资源类型的查询,再到基于 GIS 专题图谱的畜禽实体资源分析与遗传特性的空间查询,从数字化及多媒体技术的实现上并不难,而且对查询的数据及图片均提供对应的方便下载模块。但并不能从深层次满足高端用户的需求,也就是系统能否对每一种畜禽品种资源提供特性评价数据,为开展新的品种资源的选育及引种提供更有价值的数据。在这类科学研究数据而非调查数据的收集整理上,国际家畜研究所(ILRI)建设与运行的非洲

The screenshot shows the platform's interface for querying physical sample information. At the top, there are logos for 'nsti' and '国家家养动物种质资源库' (National Germplasm Center of Domestic Animal Resources). A search bar includes a placeholder '搜索CSTR标识或家养动物种质资源,多词以空格分隔' and a '高级检索' button. Below the header, a navigation bar includes links for '首页', '平台概况', '资源品种信息', '种质库浏览', '基因组数据', '共享服务', and '联系我们'. The main content area displays a table of samples and detailed information for a specific sample.

序号	样品编码	畜种	操作
1	CSTR:12156.05.1311C000100000558-01	晋南黄牛	查看详情
2	CSTR:12156.05.1311C000100000558-02	晋南黄牛	查看详情

Below the table, detailed information for sample CSTR:12156.05.1311C000100000558-01 is shown:

样品编码	CSTR:12156.05.1311C000100000558-01
畜种	晋南黄牛
出生日期	2018-10-17
省市	忻州
种质类型1	精原干细胞
种质类型2	睾丸组织
遗传育种值	
是否有性能测定数据	
母本样本编号	
母本耳号	牛号(05)
种属	公
性别	公
品种登记人	
耳号	(牛号) 1806
单位数量1	15
单位数量2	15
测定日期	
父本样本编号	
父本耳号	精液号99088
是否有完整系谱	是

图6 种质资源的实物信息查询

Fig.6 Physical sample information query of germplasm resources



图7 中国畜禽品种资源的全国GIS分布图（湖北省域内）

Fig.7 National GIS distribution map of livestock and poultry germplasm resources in China (inner HuBEI province)

家养动物遗传资源信息系统即DAGRIS做出了有价值的工作^[20]。例如,表1列出了一种非洲Angoni牛

的遗传特性指标—成年牛体重指标,系统提供了收集到的该品种牛该指标9套描述数据。对应每套数据,

均提供了获得该数据的性别、均值、标准差、标准误、样本数、特征值、管理条件等信息。收集的 9 套数据均来自公开发表的相关文献,对数据产生的背景信息,尤其是获得均值所对应的性别、样本数、管理条件等进行汇总。对来自不同研究的相同指标数据可进

行深入的比较研究,比本研究建设的平台目前仅提供每个参数的典型值要更加科学。因此,不同类型种质资源的遗传特性评价工作是一个长期的过程,需要开展不同条件或背景下的评价及文献的总结,才能建好具有丰富遗传资源信息的数据共享平台。

表 1 Angoni 牛成年体重参数汇总¹

Table 1 Summary of adult body weight of Angoni cattle

性别 Sex	均值 Mean	标准差 SD	标准误 SE	样本数 SS	性状值 TV	储存位置 Location	管理条件 MC	文献 ²
Female	264.20			119		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(201)
Female	280.00					Unspecified-1402883383, Zambia		(208)
Female	299.00			119		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(221)
Female	311.50			119		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(313)
Female	378.80			675		Unspecified-1402883383, Zambia		(325)
Female	392.70			675		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(330)
Overall	313.00			675		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(337)
Overall	333.10			675		Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(358)
Male	336.00	8.04				Unspecified-1402883383, Zambia	On Station	(407)

注:1. 数据来源 <http://dagris.ilri.cgiar.org/> 2. 括号里的数据为在网络上引用文献的编号

此外,在 DAGRIS 系统中,可及时在线统计世界五大洲及岛屿的品种数量、不同物种的品种数量、类别汇总的性状数量、不同物种的性状数量和不同具体品种的性状数量等。图 8 显示是 DAGRIS 系统在线统计的按类别划分的性状数,总的记录数达到 27189 条^[21]。上述按区域、物种、品种、类别、性状参数的不

同组合的在线统计,为资源保护的决策者及从事资源保护及性状评价的科研人员提供了重要的科学数据支撑。

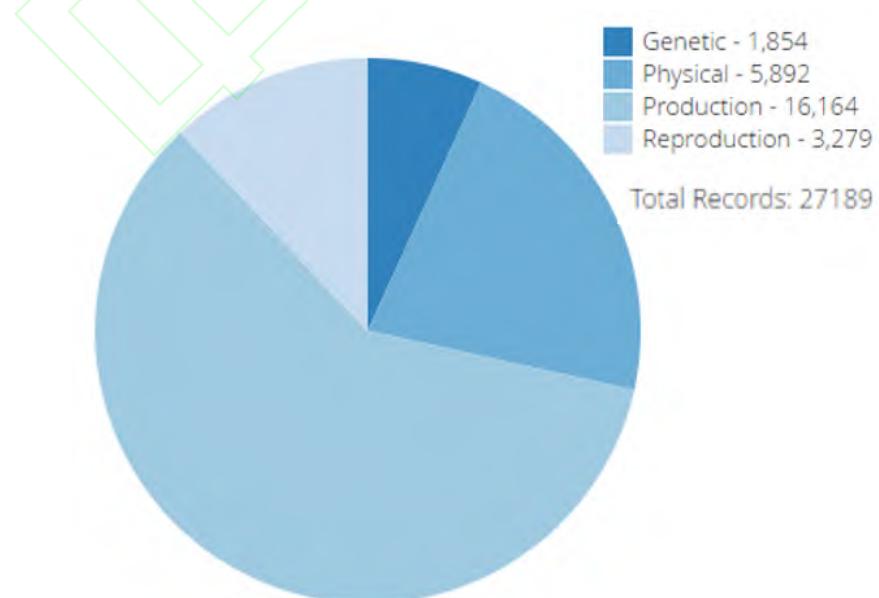


图 8 DAGRIS 按类别划分的性状数

Fig. 8 Traits by category in DAGRIS

4 结论与展望

种质资源被称为农业的“芯片”,是国家的战略资源。它的保护与利用,对选育突破性新品种,尤其是畜禽动物新品种,促进中国畜牧业生产可持续发展,提高畜产品国际竞争力,保障主要畜产品有效供给有重大意义。但是,目前中国种质资源面临着地方品种加速丧失、利用率低下等问题,作为世界第二种源大国却面临“保种”困境。业内人士认为,要加快对中国种质资源的保护和利用。因此,农业农村部正组织开展全国农作物、畜禽和水产种质资源普查^[22],普查起止时间为2021~2023年,以加快摸清家底和种质资源发展变化趋势,开展抢救性收集保护,发掘一批优异新资源,为提升种业自主创新能力、打好种业翻身仗奠定种质基础。

从国家科技立项层面上,在“十四五”科技部重大科技攻关的第一批立项安排中,作为“重中之重”也启动了一批有关畜禽种质资源的收集、保存及评价的重大项目,包括本研究涉及的项目—“主要农业单胃动物和水产生物珍稀濒危种质资源的抢救性保护”^[23]。本项目将为畜禽种质资源的收集、保存及评价开展基础性研究,并为资源共享平台建设提供第一手基础数据。

本研究创建的中国家养动物大数据平台,全面数字化收集、整理了已有畜禽品种资源、畜禽种质资源及特种动物种质资源的种类、空间分布、按特性类型划分的各种性状特性数据,还包括不同品种及性别的外貌特征数据及特定生境下混养图片及视频,以及部分种质资源基因图谱。同时,提供了上述各种类型数据的可视化查询、全文检索查询,以及基于GIS技术的品种资源空间分布及属性的查询与统计分析。还提供了各种数据的下载方式,包括excel电子表格、PDF及二维码数据转移等模式,为已有种质资源数据的查询及共享提供了便捷的平台和分析工具。但是,平台目前提供的功能服务与DAGRIS比较,还需进一步拓展。主要包括以下三个方面:一是加强畜禽种质资源的性状评价数据资源建设,拓展数据平台的基础数据量;二是除项目研究获得的评价数据外,还需大量收集、数字化整理相关文献中有关资源的评价数据,增加相同品种及相同特性参数的样本量,便于开展种质资源性状数据的统计分析,从而发布评价数据而非样本数据,使数据更有科学与参考价值;三是全

面增加不同畜禽品种资源的种畜保有量动态数据,以及对应的种质资源的保存数量与复合状态,从而构建动态预测畜禽种质资源濒危程度的计算模块,为珍稀濒危种质资源的抢救性保护及时做好预警预报,最终为中国畜禽种质资源,尤其为产业化服务的核心种质资源保驾护航。

参考文献

- [1] 马月辉. 迈向畜禽种质资源强国新征程[J]. 中国畜牧业, 2020(06):23-24.
Ma Y H. A new journey towards becoming a powerful country with livestock and poultry germplasm resources[J]. China Animal Industry, 2020, (06): 23-24.
- [2] 新华社. 18%濒危:地方畜禽品种数量下降趋势未减[N/OL]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-11/11/c_1119897065.htm, [2016-11-11]
Xinhua News . 18% endangered: the downtrend of local livestock and poultry varieties has not eased[N/OL]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-11/11/c_1119897065.htm, [2016-11-11].
- [3] 乔金亮. 畜禽良种是畜牧业核心竞争力——现代畜禽种业需打造自主品牌[J]. 农村·农业·农民(B版), 2016 (09): 12-13.
Qiao J L. Improved germplasms of livestock and poultry are the core competitiveness of animal husbandry - the modern livestock and poultry breeding industry needs to build its own brand[J]. Agriculture. Countryside. Farmer (version B), 2016 (09): 12-13.
- [4] 李寿良. 国家家养动物种质资源平台运行良好[J]. 农业知识, 2014 (12): 15.
Li S L. The National Domestic Animal Germplasm Resources Platform is running well[J]. Agricultural Knowledge, 2014 (12): 15.
- [5] 科学网. 国家科技资源共享服务平台优化调整名单发布[N/OL]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2019/6/427251.shtml>, [2019-06-10].
ScienceNet. Release of optimization and adjustment list of national science and technology resource sharing service platform[N/OL]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2019/6/427251.shtml>, [2019-06-10].
- [6] 国家家养动物种质资源库. 家养动物种质资源库资源库简介 [DB/OL], http://cdad-is.org.cn/admin/Login/show_detail.html?id=114, [2020-06-09].
National Germplasm Center of Domestic Animal Resources. Introduction to domestic animal germplasm resources[DB/OL]. http://cdad-is.org.cn/admin/Login/show_detail.html?id=114.

- 114, [2020-06-09]
- [7] 郑丕留, 陆离, 涂友仁, 等. 中国家畜家禽品种志[M]. 上海: 上海科技出版社, 1986.
Zheng P L, Lu L, Xu Y R, et al. Chinese livestock and poultry breeds[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1986.
- [8] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
China National Commission of Animal Genetic Resources. Animal genetic resources in China[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2011.
- [9] 何淑娟. 非结构化数据库及其应用分析[J]. 信息系统工程, 2009 (07): 49-51.
He S J. Unstructured database and its application analysis[J]. China CIO News, 2009 (07): 49-51.
- [10] 张楠. 新媒体时代传统媒体的挑战与机遇[J]. 新闻论坛, 2022, 36(01): 62-63.
Zhang N. Challenges and opportunities of traditional media in the new media era[J]. News Tribune, 2022, 36(01): 62-63.
- [11] 熊本海, 马月辉, 罗清尧, 等. 中国畜禽品种资源网络数据库系统的构建. 畜牧兽医学报[J]. 2005, 36(1): 43-47.
Xiong B H, Ma Y H, Luo Q Y, et al. Construction of network database on animal genetic resources in China[J]. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2005, 36 (1): 43-47.
- [12] 江西畜禽遗传资源志编委会. 江西畜禽遗传资源志[M]. 江西美术出版社, 2016.
Editorial Board of Jiangxi Animal Genetic Resources. Animal genetic resources in Jiangxi[M], Nanchang: Jiangxi Fine Arts Publishing House, 2016.
- [13] 刁运华. 四川畜禽遗传资源志[M]. 四川科学技术出版社, 2009.
Diao Y H. Animal genetic resources in Sichuan[M]. Sichuan Science and Technology Press, 2009.
- [14] 云南省畜禽遗传资源委员会. 云南省畜禽遗传资源志[M]. 云南科技出版社, 2005.
Yunnan Commission of Animal Genetic Resources. Animal genetic resources in Yunnan[M]. Yunnan Science and Technology Press, 2005.
- [15] 郭梓帆. 编织网格模型处理及管理系统研究[J]. 甘肃科技纵横, 2021, 50(01): 7-10.
Guo Z F. Research on the processing and management system based on the mesh model[J]. Scientific and Technical Information of Gansu, 2021, 50(01): 7-10.
- [16] 孙星. 浅谈 PHP 技术[J]. 中国新技术新产品, 2011 (10): 31-32.
Sun X. Introduction of PHP technology[J]. New Technology and New Products of China, 2011 (10): 31-32.
- [17] 百度专网地图 [DB/OL]. <https://dugis.baidu.com/>, [2022-05-18].
DuGIS[DB/OL]. <https://dugis.baidu.com/>, [2022-05-18].
- [18] 中国标准化研究院. 信息资源核心元数据[S]. GB/T 26816-2011. 2011-07-29.
China National Institute of Standardization. Information resource core metadata[S]. GB/T 26816-2011. 2011-07-29.
- [19] 杨宝昌. MySQL 实现中文全文检索的解决方案[J]. 程序员, 2006 (10): 108-110.
Yang B C. Solution of Chinese full text retrieval based on MySQL[J]. Programmer, 2006 (10): 108-110.
- [20] 国际家养动物遗传资源数据库 [DB/OL]. <http://dagris.ilri.cgiar.org/>, [2022-05-18].
Domestic Animal Genetic Resources Information System [DB/OL]. <http://dagris.ilri.cgiar.org/>, [2022-05-18]
- [21] Trait Types Summary By Category. DAGRIS[DB/OL]. http://dagris.ilri.cgiar.org/reports/trait_types_by_category, [2022-05-16].
- [22] 农业农村部. 农业农村部关于开展全国农业种质资源普查的通知(农种发〔2021〕1号)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595469.htm, [2021-03-21].
The Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Notice of the national general survey of agricultural germplasm resources (Nong Zhong Fa (2021) No. 1) [EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595469.htm, [2021-03-21].
- [23] 科学技术部. 科技部关于发布国家重点研发计划“农业生物重要性状形成与环境适应性基础研究”等“十四五”重点专项 2021 年度项目申报指南的通知(国科发资〔2021〕140 号)[EB/OL]. https://service.most.gov.cn/kjhh_tztg_all/20210517/4308.html, [2021-05-17].
The Ministry of Science and Technology. Notice of the ministry of science and technology on issuing the application guidelines for key projects of the 14th five-year plan in 2021, such as the national key R & D plan "basic research on the formation of important agricultural biological traits and environmental adaptability"(Guo Ke Fa Zi No. 140) [EB/OL]. https://service.most.gov.cn/kjhh_tztg_all/20210517/4308.html, [2021-05-17].