

# 育种平台(软件)在西藏作物育种中应用和西藏育种方向浅析

尹中江,关卫星,杨 勇,米玛普尺,罗黎鸣

(西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏 拉萨 850032)

**摘要:**简述4个软件(平台)在西藏育种中的应用。根据现代育种功能与发展方向,西藏育种工作重点应放在分子育种、大数据育种、自主创新方向上。依据西藏特殊区域条件,发展符合西藏高原特色、创新育种研究和应用工作。

**关键词:**育种(云)平台;作物育种;西藏;研究应用

中图分类号:F324.6 文献标识码:A

## Application of Breeding Platform (Software) in Tibetan Crop Breeding and Analysis of Tibetan Breeding Direction

YIN Zhong-jiang, GUAN Wei-xing, YANG Yong, MI Mapuchi, LUO Li-ming

(Agricultural Research Institute, Tibet Academy of Agricultural and Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

**Abstract:** 4 software (platform) in Tibetan breeding applications was described. According to the modern breeding function and development direction, the focus of Tibetan breeding should be focused on molecular breeding, big data breeding and independent innovation. According to the special regional conditions of Tibet, the development conforms to the characteristics of the Tibetan plateau, innovative breeding research and application work.

**Key words:** Breeding (Cloud) platform; Crop breeding; Tibet; Research application

农业是国家稳定与发展的基石、全面建成小康社会、实现国家现代化的基础。农业安全和发展与国家和人民利益息息相关,我国约8%全球耕地,要养活20%左右世界的人口,对我国粮食生产和安全提出了巨大挑战。新中国成立以来,我国粮食生产成就巨大,2019年,粮食总产量66384万吨,比2018年增加594万吨,增长0.9%。其中谷物产量61368万吨,比2018年增加365万吨增长0.6%<sup>[1]</sup>。

农业发展中起决定性的作用是育种。而育种的关键是育种技术。随着我国经济社会的发展,我国农业正在发生结构性改变,农业专业技术的老龄化、耕地不断减少、全国农业环境生产环境不断恶化、极端气候频繁以及对粮食品质需求的提高,对我国农

业发展提出了新的要求和挑战。为满足日益增长的粮食需求,需要更加高效和精准的育种技术<sup>[2]</sup>。

农业科研工作中,作物育种是关键,也是重中之重。农作物育种是科研人员根据当前和今后一段时间内农业生产与经济发展需要,制定有计划、有目标的作物性状改良。育种目标主要是提高作物生物学产量、作物营养品质、作物加工品质、作物对环境的适应性、作物自身对不利环境因素影响抗逆性(如抗病、抗虫、抗旱、抗寒、抗盐碱等)等,适应人类生活需要而达到的改良目标或方案。育种技术和育种成效是我国(国内各生产区域)粮食安全和农业可持续发展的重要保证。

西藏是国内育种的一个特殊区域,代表世界第三极育种工作。也是全国粮食安全的重要关键环节。作为育种研究人员,在育种技术和育种成效的指导下,为了加快西藏农业育种工作,解决由于地理条件等限制因素影响,从实效性、技术水平上等加快、提高西藏作物育种成果、应用水平。通过“高海拔边境地区青稞绿色增产增效关键技术研究”

收稿日期:2020-01-23

基金项目:国家科技部重点项目(子项目)“高海拔边境地区青稞绿色增产增效关键技术研究”

作者简介:尹中江(1971-),男,硕士研究生,研究员,主要从事农业信息与农业科研相关工作,E-mail:zjiang@taas.org。

示范项目(2018年)”引进了金种子云平台。旨在系统化进行育种工作的数据存储、育种材料和数据的管理。解决或避免因科技人员流动、变动,导致科技育种信息的丢失、缺失等问题的出现。通过农业信息化技术手段,科学记录育种信息材料、管理数据、分析数据功能,致力于西藏作物科研、实际应用工作。

## 1 育种平台的发展

在20世纪70年代的传统育种基础上,基于信息技术和存储技术的发展基础,促进了现代育种工作。其构架关系见图1。

20世纪80年代,以美国IBM公司为代表,个人计算机在技术上的突破,真正意义上实现了PC技术应用。大大促进了各个领域的工作。也伴随着软件设计并实现推广应用,受益于各行各业各领域。

国外主要开发了许多单机版软件,软件在功能上主要是数学、数理统计软件;国内在20世纪80年代后期,跟踪国外先进技术,结合自己的情况,逐步开发出比较符合自己习惯的软件(平台)。国外代表性的软件有:SPSS、SAS、Excel、Stata、Matlab、R等等;国内有代表性统计软件:DPS。这些软件主要适合于个人版PC操作。

随着计算机技术、网络通讯技术、大数据、人工智能等技术不断进步成熟。传统育种+信息技术运



图1 现代育种信息技术构架

用不断促进现代育种工作发展;不断应用于育种中,形成了不同特点的网络、云信息化平台。

我国育种工作研究人员抓住机遇开发出了具有特点的育种(云)平台(表1)。我国开发的育种化信息11平台有5个,占45.46%。表明我国科研人员经过不断的努力,取得了很大的进步,部分工作跻身于世界先进行列。

## 2 西藏育种中4种软件(平台)方法对比应用情况

能够用于在育种平台的软件有很多。如Stata的统计功能很强,Stata以其简单易懂和功能强大受到初学者和高级用户的普遍欢迎。使用时可以每次只输入一个命令(适合初学者),也可以通过一个Stata程序一次输入多个命令(适合高级用户)。但软件在西藏使用很少,原因是早期接触软件工具时,多数只听说和接触过SPSS这类软件,而没有接触过Stata软件。

SAS由于其功能强大而且可以编程,很受高级用户的欢迎。也正是基于此,它是最难掌握的软件

表1 国内外育种信息化(平台)的发展现状

产 品	国家/公司	产品特点
1 金种子育种平台	国家农业信息化工程技术研究中心	自主研发,大型育种企业、科研单位、国家区试平台、测试站均有典型成功案例。提供个性化定制开发和现场实施服务
2 AGROBASE	加拿大 Agronomix	通用性好,侧重育种数据管理。无个性化定制开发
3 PRISM	美国	侧重育种数据管理,无个性化定制
4 DORIANE	法国 DORIANE	兼顾分子育种与常规育种,提供个性化定制开发
5 E-brida	荷兰 E-brida	侧重蔬菜育种,国内无代理
6 ICIS/IRIS	CIMMYT/IRRI	通过统一种质编码将世界各地的种质系谱、选择历史、田间和实验室评价鉴定的分散数据交换共享
7 BMS	盖茨基金会的GCP项目	针对育种中常用的作物数据和统计分析工具等提供一站式服务平台
8 农博士	中农博思	自主研发,适用于中小规模育种的数据管理。
9 兴农丰华	兴农丰华	自主研发,有DUS应用
10 华智育种管家	华智水稻生物技术	自主研发,品种测试软件。
11 艾格偌育种信息系统	铁岭旭日农业技术开发有限公司	自主研发,以品种测试为基础

2018年3月育种软件市场调查数据

注:资料来源:引自“王开义(北京市农林科学院,北京农业信息技术研究中心)2018年7月《西藏作物科学物联网应用技术培训》授课讲义”。

之一。使用 SAS 时,你需要编写 SAS 程序来处理数据和进行分析。如果在一个程序中出现一个错误,找到并改正这个错误是困难的。对于育种工作者,许多人不具备计算机专业知识和技能,所以使用较少

R 语言可用于统计分析、绘图的语言和操作环境。R 语言是统计领域广泛使用的诞生于 1980 年左右的 S 语言的一个分支。R 语言是属于 GNU 系统的一个完全免费、开放源代码的软件,它是一个统计计算和统计制图的优秀工具。截至 2013 年 3 月 6 日,CRAN 已经收录了各类包 4338 个。但其它使用需要用户根据 Windows、Linux、macOS 等不同操作系统下安装后使用,它不适合一般从事育种研究的科研人员,更适合专业人员使用。

Matlab 软件是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件,用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境,主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。功能非常强大。目前,许多遗传算法、神经网络算法、人工智能算法代码都用 Matlab 软件实现。但主要依靠“专业编程 + 数学模型 + 行业知识 + 业务技能 + 综合运用”的理解,才能更好地发挥软件强大作用,也不适用于一般育种软件人员使用。

选用在西藏农业育种工作 4 种常用的育种软件(平台):SPSS、Excel、DPS、GSM(金种子云平台)做使用对比。

SPSS 计算环境:Windows10 专业工作站 X64 位 + SPSS v26 的计算结果。

Excel 计算环境:Windows10 专业工作站 X64 位 + Excel v2019 的计算结果。

DPS 计算环境:Windows10 专业工作站 X64 位 + 虚拟机 VMware Workstation Pro 15.5.1 环境下,WindowsXP 和 Windows7 x86-32 位,DPS v7.05 版的计算结果。

GSM 计算环境:Windows10 专业工作站 X64 位,登录在金种子云平台: <http://ebreed.com.cn/>,浏览器版本:Chrome v80.0.3987.122(64 位),云平台计算结果(表 2)。

表 2 软件(平台)使用的测试数据

药剂	苗高观察值(cm)			
A	18	21	20	13
B	20	24	26	22
C	10	15	17	14
D	28	27	29	32

表 3 计算数据 2

处理	产量(kg/667m <sup>2</sup> )		
	I	II	III
有机肥料 1	207	179	185
有机肥料 2	310	434	327
有机肥料 3	359	355	358
有机肥料 4	236	166	322
有机肥料 5	332	363	287
有机肥料 6	282	340	313
有机肥料 7	375	410	282
有机肥料 8	324	354	331
有机肥料 9	367	489	388

注:计算过程步骤,结果计算,限于篇幅,省略。其中 Excel 进行方差分析和多重比较的计算方法,主要参考于文献<sup>[3-4]</sup>。

## 2.1 操作易用性

4 个软件(平台)使用的难易程度“从难到易”的顺序如下:Excel > SPSS > DPS > GSM。

## 2.2 掌握难易度

4 个软件(平台)使用掌握的难易程度“从难到易”的顺序如下:SPSS > Excel > DPS > GSM。

## 2.3 使用技巧性

4 个软件(平台)使用掌握技巧性的难易程度“从难到易”的顺序如下:SPSS > Excel > DPS > GSM。

## 2.4 数据处理性

4 个软件(平台)使用的数据处理难易程度“从难到易”的顺序如下:SPSS > Excel > GSM > DPS。

## 2.5 输出结果理解

4 个软件(平台)使用输出结果画出的难易程度“从难到易”的顺序如下:SPSS > Excel > DPS > GSM(表 3)。

根据上述 5 个使用情况方面进行比较,软件使用其难易程度(表 4)。

表 4 软件(平台)使用对比

软件(平台)	操作易用性	掌握难易度	使用技巧性	数据处理性	输出结果理解
SPSS	3	4	4	4	4
Excel	4	3	3	3	3
DPS	2	2	2	1	2
GSM	1	1	1	2	1

注:从难到易(赋值):4,3,2,1。

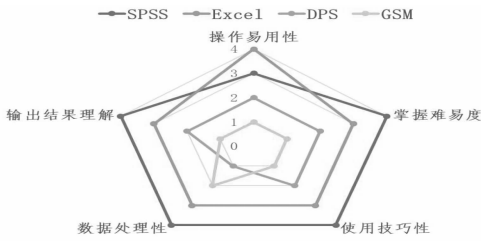


图2 4种软件(平台)使用对比情况

根据4个软件(平台),在5个使用方面难易情况,得出4个软件5个方面的使用雷达图(图2)。

### 3 结果与分析

#### 3.1 4种方法(软件、平台)

SPSS属专业统计软件,拥有强大数据挖掘等高大功能,但没有专业的统计功底,很难使用。Excel普遍适用,但其中、高级功能也必须拥有Excel VBA程序设计和开发知识。实际操作中,对于单元格的使用,必须要有深刻理解和一定的操作技能。DPS软件极其适合中文用户的软件,便于操作的掌握,不需要有专业编程知识,更适合单机、单用户操作。GSM平台操作上更方便灵活,只需正确使用模板导入数据后,即可获得结果同DPS一样方便。但GSM平台不仅局限于传统的单用户操作,更多功能集成于平台,功能强大便于为今后的育种提供更多的分析、决策。

#### 3.2 从结果上

SPSS、Excel、DPS软件平台主要功能是侧重于对数据结果的分析计算;GSM云平台不仅完善对数据结果的分析计算,另一特点是将所有育种材料及育种过程作为平台功能的一部分,重要的是,通过平台强大的功能,可将对整个育种材料不同性能进行归纳、分类、分析,通过其关联性数据,对所育材料的分析、组合,尽可能能的减小成本、缩短育种周期、节约人力资源,更科学地筛选、选育出达到育种目标的新品种、新(中间)材料的育种过程。

#### 3.3 限于条件

仅做出了4个软件平台的部分比较,对于国外的云平台、国内自主开发的云平台,限于技术条件,未能做出分析、比功。其中对于盖茨基金会的BMS(Breeding Management System, BMS)育种管理系统,有系统平台(软件),但限于技术原因,在本次分析中未能涉及对比分析。国内的农博士平台,限于平台的获取等因素,也没有能够进行比较。

#### 3.4 结果分析

更多的局限于计算结果比较。对于GSM云平

台系统整体功能涉及不足。主要是由于在实际的育种工作中,限于时间短,相对于平台缺乏整体育种材料的整体分析、归类、评价、应用。尤其缺乏对自有的育种材料认识不足、育种数据分析不足。加上技术人员限于对平台功能操作运用水平限制,也未能更好的发挥平台更多的功能。

## 4 研究展望

农业科技是加快现代农业建设的决定性力量,育种技术的发展和优异新品种的推广为保证粮食产量和安全做出了巨大贡献。分析比较国内外先进育种技术,尤其是发展分子设计育种技术体系、单倍体育种、作物大数据和人工智能育种等,尤其是分子设计育种工作,是最新成果对传统农业技术进一步升级,建设资源节约型和环境友好型的两型生态农业,是重要育种技术体系方法。

西藏作物育种工作,还有大量的工作要开展研究,很多育种新理论、新的研究方法,亟待引进学习、投入西藏作物实际实地环境开展运用、应用。

#### 4.1 分子育种是现代育种关键技术

王建康等<sup>[5]</sup>对中国作物育种分子设计研究,进行多因素模拟、筛选和优化。按照分子设计育种的3个步骤;评述我国在遗传研究材料创新、重要性状遗传分析、育种模拟工具开发和应用、设计育种实践、分子设计育种技术体系建设等方面取得的重要进展,分析了国内外研究现状对分子设计育种的未来方向。提出最佳的符合育种目标的基因型以及实现目标基因型的亲本选配和后代选择策略,以提高作物育种中的预见性和育种效率,实现从传统的“经验育种”到定向、高效的“精确育种”的转化。

在小麦育种研究中,小麦基因组、基因资源与育种是当今3个重要的研究领域。贾继增,高丽锋,赵光耀,张立超,孔秀英构建了一个基于小麦基因组学的基因资源发掘与基因组育种研究平台。利用平台5个主要功能:①对核心种质及其导入系群体进行了多年多点的主要农艺性状鉴定,鉴定出了一批综合农艺性状优良、目标性状突出的优良导入系,其中4个品种已通过审定;②通过利用高通量的SNP标记Wheat660对核心种质及筛选出的优良导入系进行了基因型分析,拟构建了小麦的单倍型图谱(Hapmap),发掘一批优良候选基因位点;③利用人工突变体库进行基因克隆的工作正在进行中;④利用小麦全长cDNA文库中筛选出了1000个转录因子基因转入水稻,通过表型与基因型分析,明确了部分转录因子的功能;⑤利用高效转化平台,已完成了

20 余个小麦候选功能基因的转化。利用平台,进行小麦新基因发掘与育种。促进我国的小麦研究发展<sup>[6]</sup>。

油菜是重要的油料作物。全国常年种植面积约 1 亿亩,占国内植物油总消费量的 19.7%,每年可生产约 450 万吨菜籽油。油菜产业与发达国家相比,主要问题是产量低、品质差,年进口油菜籽约 500 万吨。2017 年前,油菜研究集中在油菜籽含油量及品质、油菜籽产量、基因组驯化、雄性不育、非生物胁迫及抗病育种等方面。由于油菜基因组测序的完成,对于油菜育种工作有极大的推动作用。为油菜分子设计育种的实现提供了重要的理论基础。今后应在 4 个方面加强油菜育种工作:①加大油菜种质资源及基因的挖掘利用;②油菜分子设计育种创新体系建设)③油菜杂种优势利用领先研究;④加快油菜理想株型及提高油菜产量等研究<sup>[7]</sup>。

#### 4.2 育种平台、大数据育种、人工智能及创新育种

国际挑战计划项目(GCP, Generation Challenge Programme, 简称 GCP),集成育种平台(Integrated Breeding Platform, 简称 IBP)。张俊灵,孙美荣,张东旭,闫金龙,通过相关工作,研究在国内开展的集成育种平台(Integrated Breeding Platform, 简称 IBP)。其中育种管理系统(BMS, Breeding Management System, 简称 BMS)是集成育种平台的核心产品。是无偿地为传统和现代育种活动提供先进的育种技术和优质服务,加速作物新品种的选育进程;育种管理系统是一套综合的相互兼容的应用软件,能帮助育种者和研究者管理科研项目,搜集、存储和分析研究数据。育种平台初衷是供完整的植物育种决策,突破传统育种模式,运用现代科学技术建立一套全新的育种方法,应对全球不断增长的粮食需求。通过有效利用育种管理系统(Breeding Management System, BMS),以方便育种专家们有效地利用各种作物信息和分析工具,改变传统作物育种仅靠“眼睛、尺子、秤”的传统检测方法,从而提高育种工作成效<sup>[8]</sup>。

农作物育种是一项复杂的系统工程。现代作物育种技术发展迅速(尤其是生物技术的应用)的发展。特别是近年来伴随高通量测序技术的发展,产生了海量作物育种相关基因及其表达数据,更是形成了海量育种大数据。2012 年以来在商业、信息技术等领域发展迅猛的大数据技术,致力于解决大数据采集、存储及处理等壁垒,大数据育种应用初显端倪。同样,国外很多跨国种业公司已然意识到育种数据不可估量的价值。“孟山都、杜邦先锋、先正

达”等各大种企都建有自成体系的私有数据库和管理系统(其结构、功能及内涵的商业机密是保密的),具备海量数据的超大存储能力,复杂数据的高效分析能力,庞大系统的科学管理能力,能够为研究和管理人员提供简捷、高效、精准的服务,更好地完成相关的育种研究,如数据的“自动采集、分类、存储、分析、建模等”育种相关工作。樊龙江等<sup>[9]</sup>通过利用创新方法 TRIZ(theory of inventive problem solving)流分析技术,综合分析了育种领域已有资源和目标达成的矛盾问题,提出大数据育种技术应用于作物育种的创新方案,明确了将大数据技术应用于育种领域的框架和实现目标。提出了基于大数据理念的育种技术,拟采集和整合已有育种数据资源,实现数据自动采集等,从而能够平衡育种数据膨胀或利用和育种需求产生的矛盾;构建基于大数据技术的育种数据信息化平台,实现作物育种方法理念的创新,可以为广大育种工作者提供数据支撑和一个育种新途径;是中国缩短与世界育种水平距离的机会,为解析生物学数据与目标农艺性状的关系提供信息,加快育种现代化的进程。

#### 4.3 加强自主技术创新,拓展育种功能

胡亮等通过四川育种攻关数据共享平台软件系统的设计和实现过程。系统是基于 Web 的农业科技信息网络化服务平台,采用 JAVA 和 MySQL 技术,收集、整理二十多年来四川育种相关数据。提供育种攻关门户网站、育种攻关综合数据库、育种攻关动态、作物育种信息等子系统组成,实现了“技术+资源+服务”的“一站式”服务,是国内农业科技领域第一个育种攻关综合信息服务平台及综合数据库。利用数据库技术、网络技术为四川省育种攻关提供全方位的信息服<sup>[10]</sup>。

## 5 小结

西藏未来育种工作,要加大技术引进、消化、应用。如对 BMS 系统引进、同时加大技术交流、合作,尤其是自主创新能力的加强,一定会对西藏作物育种起到积极作用。西藏作物育种工作,同国内外育种研究相比,我们存在育种研究不足深入、研究工作薄弱等突出问题。但更多的是存在发展机遇、有国内外先进技术支撑优势、大数据育种、人工智能技术等发展机遇,只要根据自身发展特点,抓住问题,依据自身地理、区域特点,不断的自主创新。做好对实际问题,处理问题的能力,同样,能够加快实现符合自身特点的现代化作物育种,能够不断的服务于西藏农业科研、农业生产需要,促进西藏经济发展、促

进安全稳定。

**致谢:**感谢在 GSM 平台使用中,得到了北京市农林科学院、北京农业信息技术研究中心王开义,刘忠强,葛晓,邵文等老师热心、大力的帮助支持!感谢中国农业科学作物研究所肖永贵老师提供育种帮助、咨询服务!感谢项目组团体成员在工作支持和协助!

#### 参考文献:

[1]国家统计局关于2019年粮食产量数据的公告[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-12/07/content\\_5459250.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-12/07/content_5459250.htm). 2020-02-25.

[2]余泓,王冰,陈明江,等. 水稻分子设计育种发展与展望[J]. 生命科学, 2018, 30(10): 1032-1037.

[3]武兆云. 应用Excel进行方差分析和多重比较[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(14): 4172-4174, 4182.

[4]杜英秋. 对田间试验数据的统计处理方法——格拉布斯准则和

应用EXCEL进行方差分析、多重比较(LSD)[J]. 中国西部科技, 2009, 8(4): 23-25.

[5]王建康,李慧慧,张学才,等. 中国作物分子设计育种[J]. 作物学报, 2011, 37(2): 191-201.

[6]贾继增,高丽锋,赵光耀,等. 小麦基因组、基因资源与基因组育种平台的构建与应用[C]. 第六届全国小麦基因组学及分子育种大会, 2015:128.

[7]范成明,田建华,胡赞民,等. 油菜育种行业创新动态与发展趋势[J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19(3): 447-454.

[8]张俊灵,孙美荣,张东旭,等. 国际挑战计划项目集成育种平台研究进展[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(3): 298-301.

[9]樊龙江,王卫娣,王斌,等. 作物育种相关数据及大数据技术育种利用[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2016, 42(1): 30-39.

[10]胡亮,雷波,牛凯,等. 四川育种攻关数据共享平台系统设计[J]. 农业网络信息, 2010(7): 27-30.