www.sciengine.com/CSD
ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

OPEN ACCESS
CC BY

文献 CSTR：
32001.14.11-6035.nasdc.2025.0197.zh
文献 DOI：
10.11922/11-6035.nasdc.2025.0197.zh
数据 DOI：
10.57760/sciencedb.j00001.01629

文献分类：农学

收稿日期：2025-11-01
修回日期：2026-03-14
录用日期：2026-04-09
发表日期：2026-06-12

* 论文通信作者
杨学云：xueyunyang@nwafu.edu.cn
张树兰：zhangshulan@nwafu.edu.cn

专题 耕地质量长期定位试验与监测数据集

长期施肥塿土作物不同生育期胞外酶活性 2022、2023 年动态监测数据集

王林[1]，刘力[1]，张丽娜[1]，刘嘉妮[1]，俞谦德[1]，
苏秋友[1]，杨学云[1*]，张树兰[1*]

1. 西北农林科技大学资源环境学院，陕西杨凌 712100

摘要：监测农田土壤碳、氮、磷养分循环酶活性，能够揭示农田土壤生态系统养分转化、肥力演化规律，可为开展农田生态系统相关研究及农业的可持续发展提供数据支撑。长期定位试验位于陕西省杨凌区，气候类型为暖温带半湿润大陆性季风气候，供试土壤属土垫旱耕人为土，母质为黄土。试验处理为 CK（不施肥）、N（单独施氮肥）、NK（施氮+钾肥）、PK（磷+钾肥）、NP（氮+磷肥）、NPK（氮+磷+钾肥）、SNPK（秸秆+氮+磷+钾肥）、M1NPK（低量有机肥+氮+磷+钾肥）、M2NPK（高量有机肥+氮+磷+钾肥）。本数据集提供了 2022 年及 2023 年小麦、玉米生长发育期土壤碳、氮、磷循环相关酶活性数据。在 2022、2023 年小麦开花期、小麦收获期、玉米大喇叭口期、玉米收获期采集不同处理耕层土样，测定土壤胞外酶活性，并形成了“土壤胞外酶”的数据表，一共有 216 条数据，同时，还提供了对应处理时期的“小麦玉米关键生育期土壤含水量、pH、土壤养分含量”表，为土壤碳、氮、磷养分循环相关的酶活性数据进行全面分析提供参考。采样严格遵循随机重复原则，测定方法采用国际通用标准，数据经异常值检验与重复验证，确保准确性和可靠性。本数据集提供下载，可为研究土壤生态系统中养分循环和土壤肥力变化提供支持。

关键词：土壤碳氮磷循环；胞外酶活性；生育期；土壤肥力

数据库（集）基本信息简介

数据库（集）名称	长期施肥塿土作物不同生育期胞外酶活性 2022、2023 年动态监测数据集
数据通信作者	张树兰（zhangshulan@nwafu.edu.cn）
数据作者	王林、张树兰
数据时间范围	2022、2023 年
地理区域	陕西省杨凌区（34°17'51"N，108°00'48"E）
数据量	88 KB
数据格式	*.xls
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01629
项目基金	科技基础资源调查专项（2021FY100502）
数据库（集）组成	本数据集有 1 个数据文件，5 张表单组成，分别为“试验点位信息”表、“试验前土壤基本理化性质”表、“试验设计”表、“土壤胞外酶”表和“小麦玉米关键生育期土壤含水量、pH、土壤养分含量”表。

引　言

土壤是作物生长的重要介质，也是作物获取养分的直接来源，土壤肥力高低直接决定作物产量和品质[1-2]。掌握土壤肥力状况是科学管理土壤养分的基础，对优化作物种植方式、确定轮作模式及施肥制度具有重要指导意义[3-4]。土壤酶活性是衡量土壤肥力大小的重要指标。土壤胞外酶是由微生物分泌、对有机化合物降解具有催化作用的生物活性物质[5]。它参与并催化所有土壤生化反应，在土壤生态系统过程中起着无可替代的作用[6]。土壤酶是土壤最活跃的部分之一，对元素循环和养分转换产生重大影响[7-9]。通过测定参与碳、氮、磷转化的土壤胞外酶活性及其化学计量比，可精准掌握土壤质量变化，为提升土壤肥力、实现作物优质高产提供科学依据[10-13]。

施肥是影响土壤酶活性的关键因素之一，施肥通过改变土壤养分及碳源供应，来调控土壤微生物生长以及酶活性的大小[14-15]。单施化肥可以提高作物根系养分吸收效率，促进土壤微生物酶的释放，并加速土壤总有机碳的分解，造成土壤总有机碳减少[16]；施有机肥促进作物根系的代谢，加快土壤微生物繁殖速度，提高微生物多样性与土壤酶活性[17]；化肥配施有机肥、秸秆还田可增加土壤有机质输入，改善土壤团聚体结构、孔隙状况，为各种酶提供了载体，提高酶活性[18]。作物生育期是影响酶活性的另一关键因素，作物生育期的变化往往伴随着季节变化，养分吸收和作物生物量及由此引起的郁闭度等因素的显著变化，影响了土壤温度、水分及养分有效性等，从而也深刻地影响着土壤酶活性[19]。已有研究证实，玉米[20]及谷子[21]等作物的不同生育期会对土壤酶活性产生显著的影响。因此，探究不同施肥处理、作物生育期对于土壤胞外酶活性的影响，对优化农业管理措施、增强农业生产可持续性、改善农田生态系统功能具有重要意义。近些年来，已有一系列关于土壤胞外酶活性公开发表的数据集文章报道，如李丹丹[22]发表的关于贵州普定土壤酶活性数据集以及 Andrew J. Curtright[23]发表的间作系统土壤胞外酶活性 Meta 分析数据集等。然而，关于黄土高原地区长期不同施肥及不同作物生育期土壤胞外酶活性研究，还未有公开的数据集报道。

本研究依托始于 1990 年的陕西杨凌国家黄土肥力与肥料效益监测基地长期施肥试验（该区属暖温带半湿润大陆性季风气候，土壤类型为土垫旱耕人为土，俗称壤土，母质为黄土），基于试验需求，通过测定并整理 2022 及 2023 年玉米、小麦关键生育期土壤碳、氮、磷循环相关胞外酶活性数据，旨在阐明长期施肥及作物不同生育期对壤土碳氮磷循环酶活性的影响特征与规律，为揭示长期施肥下壤土微生物养分限制机制、优化土壤肥力可持续管理模式及调控农田生态系统功能提供基础数据支撑。

1　数据采集和处理方法

1.1　样地描述

本研究基于国家黄土肥力与肥料效益检测基地的长期监测工作，该基地位于陕西省杨陵区（34º17'51"N，108º00'48″E），海拔 435–563 米。依托当地典型的黄土农业生态与丰富的农耕传统，承担着监测黄土肥力状况、服务于农业科研的重要使命。站内精心规划设置了多个面积为 196 平方米的小区，这些小区布局合理、功能完备，为各项指标的精准监测提供了标准化和规范化的场地。自成立以来，监测站始终坚持科学严谨的态度，积累了大量宝贵的农业数据，在黄土肥力研究、农业生态环境评估等方面发挥着不可替代的作用，持续助力农业科研进步和生产实践优化。杨凌地区

2022 年年均气温为 14.3℃，年降水量 523.7 mm[24]；2023 年年均气温为 13.9℃，年降水量 672 mm[25]。

试前土壤基本理化性质测定参考南京农业大学主编的《土壤农化分析》[26]，pH 采用 1∶2.5 土水比浸提，pH 计进行测定；土壤有机碳含量采用重铬酸钾氧化，外加热法；全氮采用半微量凯氏定氮法；全磷采用 HF 及 $HClO_4$ 消煮，钼锑抗比色法；有效磷采用碳酸氢钠浸提，钼锑抗比色法测定；全钾采用 HF-$HClO_4$ 消煮，火焰光度计法测定；速效钾采用 NH_4OAc 浸提，火焰光度计法测定。测定结果如下：pH 为 8.62，碳酸钙含量为 92.5 g/kg，有机质含量为 12.83 g/kg，全 N、全 P、全 K 分别为 0.93 g/kg、0.61 g/kg 和 22.8 g/kg，有效 P、速效 K 分别为 9.57 mg/kg、191 mg/kg，孔隙度为 49.60%，容重为 1.35 g/cm³。

1.2 数据采集方法

图 1 是试验地示意图。本研究选择 CK（不施肥对照）、N（氮肥）、NK（氮+钾肥）、PK（磷+钾肥）、NP（氮+磷）、NPK（氮+磷+钾）、SNPK（秸秆+氮+磷+钾）、M1NPK（低量有机肥+氮+磷+钾）、M2NPK（高量有机肥+氮+磷+钾）9 个处理，分别在小麦开花期、成熟期和玉米大喇叭口期、成熟期采集耕层土壤。采用 5 点取样法，采集耕层土壤 0–20 cm 土样，混匀后过 2 mm 筛除去根系和杂物，分为 2 份土壤样品：一份用于测定土壤酶活性，另一份样品放入−20℃冰箱存放备用。土壤酶活性用 96 微孔板荧光法测定，利用 4-甲基伞形酮基（4-MUB）的荧光特性，4-MUB 在 365 nm 波长激发下在 450 nm 处产生可检荧光。若和特定物质结合则失去荧光，当土壤目标酶在体系中发挥水解作用时将释放出结合态的 4-MUB。根据体系荧光强度变化可定量反映酶活性，测定过程中同时设空白对照，每个处理做 3 次平行测定，测定结束后应及时记录采样日期、处理方法、酶类及活性值等数据。

北 ←

			M1NPK1	M1NPK2	M1NPK3			
			M2NPK1	M2NPK2	M2NPK3	CK1	CK2	CK3
PK1	PK2	PK3	SNPK1	SNPK2	SNPK3	NPK1	NPK2	NPK3
NK1	NK2	NK3	NP1	NP2	NP3	N1	N2	N3

试验处理包括 CK、N、NK、PK、NP、NPK、SNPK、M1NPK、M2NPK，1、2、3 代表重复

图 1 试验地示意图

Figure 1 The schematic diagram of the experimental site

1.3 数据处理方法

为保证数据具有代表性，在 2022、2023 年的小麦开花期、成熟期及玉米大喇叭口期、成熟期等采样时间点，每个处理小区均采集 3 份平行重复土壤样品，并测定酶活性数据。同时为保证数据的完整性，加入试验点位信息、试验前土壤基本理化性质、试验设计、土壤胞外酶和作物关键生育期土壤基础理化性质数据共同组成数据集。本研究在测定过程中设置了严格质量控制：化学指标（包括有机质、速效磷、pH、全氮）测定时，每批样品均同步设置标准样品作为质控样，不同批次质控样测定结果的相对偏差需满足：pH、全氮≤3%，其余化学指标≤5%；物理生物指标测定时（土壤

含水量、胞外酶活性），每批样品均增设平行样品作为质控样，其相对偏差需满足：土壤含水量≤3%、胞外酶活性指标≤10%。作物关键生育期土壤基础理化性质数据采用南京农业大学主编《土壤农化分析》的方法测定得到，包括 pH、土壤含水量、有机质、全氮、速效磷等指标。将数据按类别共生成 5 张 sheet 表，分别命名为试验点位信息、试验前土壤基本理化性质、试验设计、土壤胞外酶和小麦玉米关键生育期土壤含水量、pH、土壤养分含量。

2 数据样本描述

2.1 数据集结构

本数据集由 5 张数据表组成，它们分别为：

（1）“试验点位信息”表，记录长期试验点位的地理、土壤及耕作等基本信息。本数据表包括样地名称、地理位置、海拔高度、土壤母质及土壤类型、气候条件、种植制度、水分管理、耕作措施、施肥措施、备注，共计 9 个字段。对长期试验的地理、土壤及耕作情况等背景信息做出记录及描述。

（2）“试验前土壤基本理化性质”表，记录试验开始前土壤的基本理化性质。本数据表包括土壤孔隙度（%）、pH、有机质（g/kg）、有效磷（mg/kg）、速效钾（mg/kg）、全氮（g/kg）、全磷（g/kg）、全钾（g/kg）、碳酸钙（g/kg）、容重（$g·cm^{-3}$），共计 10 个字段。

（3）“试验设计”表，记录本数据集选用的长期试验中的 9 个处理施肥情况。本数据表包括处理 N 肥施用量（$kg·ha^{-1}·yr^{-1}$）、P 肥施用量（$kg·ha^{-1}·yr^{-1}$）、K 肥施用量（$kg·ha^{-1}·yr^{-1}$），共计 7 个字段。

（4）“土壤胞外酶”表，本数据集整收集了 2022、2023 年不同处理不同作物关键生育期（2022 年小麦开花期、小麦收获期、玉米大喇叭口期、玉米收获期不同施肥处理的土壤碳氮磷循环相关酶活性数据（碳循环相关的酶包括β-1,4-葡萄糖苷酶（英文缩写 BG）和β-D-纤维二糖苷酶（英文缩写 CBH）；氮循环相关的酶包括β-1,4-N-乙酰氨基葡萄糖苷酶（英文缩写 NAG）和 L-亮氨酸氨基肽酶（英文缩写 LAP）；磷循环相关的酶是碱性磷酸酶（英文缩写是 AP）），共计 7 个字段。

（5）“小麦玉米关键生育期土壤含水量、pH、土壤养分含量”表，数据集整理收集了 2022 年及 2023 年长期施肥处理不同作物关键生育期土壤含水量和 pH、土壤养分含量，共计 7 个字段。

2.2 数据分布和初步分析

国家黄土肥力与肥料效益检测基地位于陕西杨陵，监测站的种植制度为冬小麦、夏玉米轮作（一年两熟）。数据集涵盖 2022、2023 年小麦开花期、成熟期及玉米大喇叭口期、成熟期的土壤碳氮磷循环相关的五种胞外酶活性数据。

2.2.1 碳循环相关的酶（BG 和 CBH）

不同处理的 BG 酶活性随作物生育时期变化呈现波动，如图 2 所示。整体上看，M1NPK、M2NPK、SNPK 等处理在多数时期酶活性较高，CK、N 处理相对较低。从作物生育时期对比看，整体上小麦收获期 BG 酶活性高于同季小麦开花期，玉米收获期高于同季大喇叭口期。2022 年小麦开花至 2023 年小麦收获阶段，多数处理酶活性呈波动上升趋势，到 2022 年玉米大喇叭口期下降，然后从 2022 年玉米大喇叭口期开始到 2022 年玉米收获期、2023 年小麦开花期、成熟期逐渐上升，然后到 2023

年玉米大喇叭口期、2023 年玉米成熟期逐渐下降，不同施肥处理间 BG 酶活性差异明显，反映出施肥模式对土壤 BG 酶活性的调控作用。

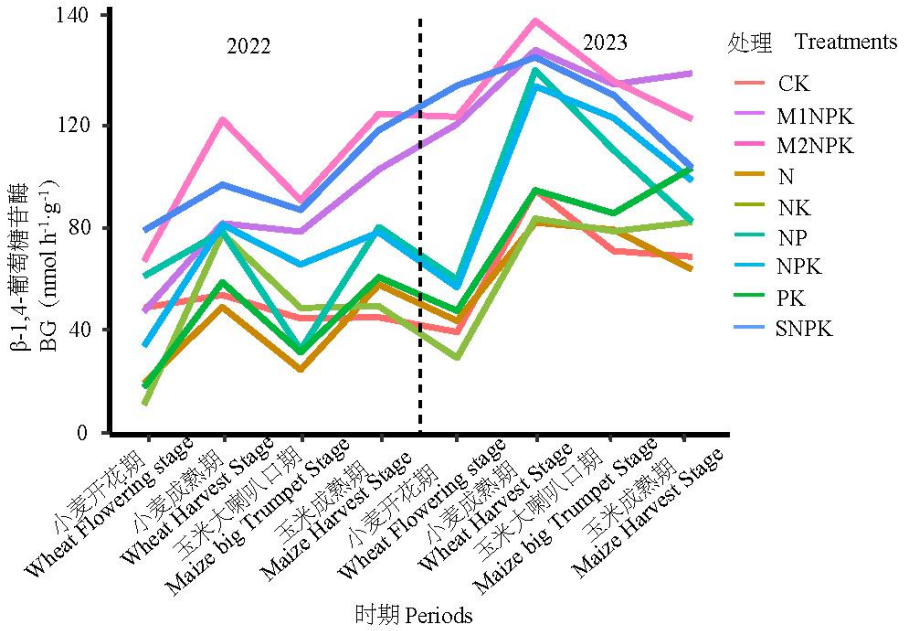


图 2　不同年份小麦、玉米不同时期 BG 酶活性

Figure 2　BG enzyme activity of wheat and maize at different growth stages in 2022 and 2023

不同处理的 CBH 酶活性随作物生育时期变化呈现波动，如图 3 所示。整体看，M1NPK、M2NPK、SNPK 等处理在多数时期酶活性较高，CK、N 处理相对较低。2022 年和 2023 年 CBH 酶活性变化规律一致：从当年小麦开花期，经小麦收获期到玉米大喇叭口期，酶活性逐渐升高；随后从当年玉米收获期，酶活性逐渐降低。不同施肥处理间 CBH 酶活性差异明显，反映出施肥模式对土壤 CBH 酶活性的调控作用。

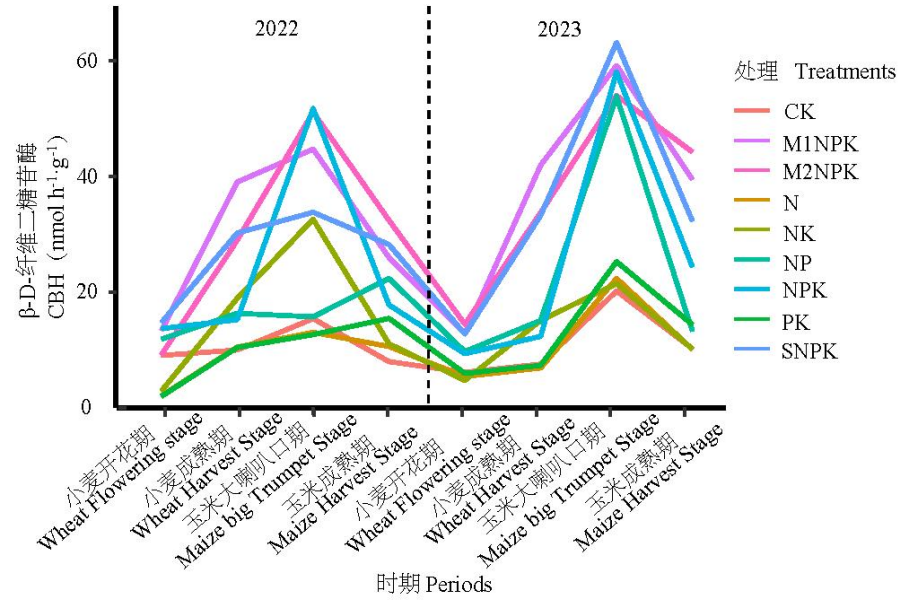


图 3　不同年份小麦、玉米不同时期 CBH 酶活性

Figure 3　CBH enzyme activity of wheat and maize at different growth stages

2.2.2 氮循环相关的酶（NAG 和 LAP）

不同处理下的 NAG 酶活性随作物生育时期呈现出明显的动态变化规律，如图 4 所示。整体上，2022 年从小麦开花期，历经小麦收获期、玉米大喇叭口期到玉米收获期，再到 2023 年小麦开花期，NAG 酶活性呈逐渐降低的趋势；而从 2023 年小麦开花期开始，经过小麦收获期到玉米大喇叭口期，NAG 酶活性逐渐升高，到 2023 年玉米收获期又有所降低。处理间差异显著，M2NPK、M1NPK 等处理在多个时期（如 2023 年玉米大喇叭口期）的 NAG 酶活性相对较高，CK 等处理的活性整体相对较低，体现出不同施肥处理方式对 NAG 酶活性存在调控作用。

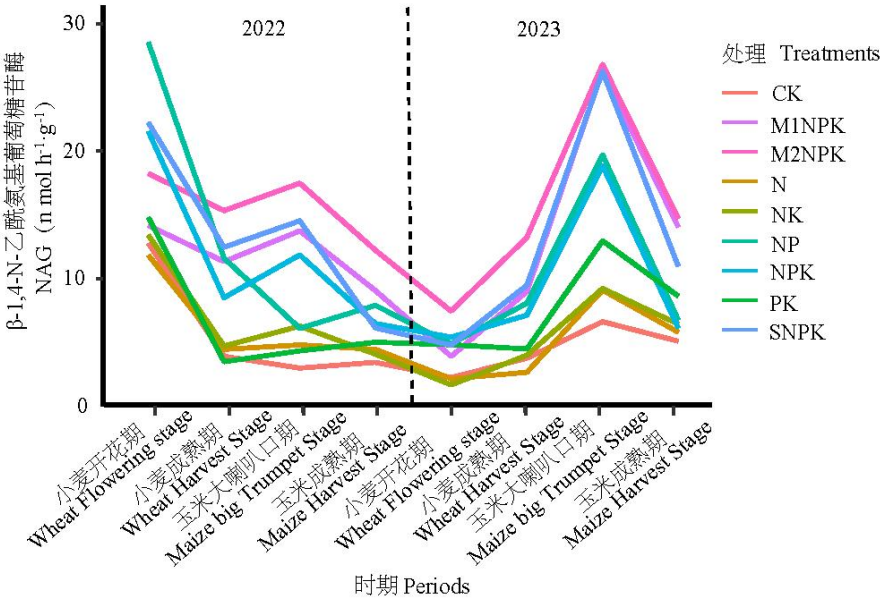


图 4　不同年份小麦、玉米不同时期 NAG 酶活性

Figure 4　NAG enzyme activity of wheat and maize at different growth stages in 2022 and 2023

LAP 酶活性随作物生育时期呈现出动态变化，如图 5 所示。2022 年从小麦开花期到小麦收获期活性升高，之后到玉米大喇叭口期略有降低，再到玉米收获期又升高，随后到 2023 年小麦开花期下降幅度较大；而从 2023 年小麦开花期开始，经小麦收获期、玉米大喇叭口期到玉米收获期，LAP 酶活性逐渐升高。同时，不同处理（如 M2NPK、M1NPK 等）下的 LAP 酶活性存在明显差异，反映出不同施肥处理方式对其有调控作用。

2.2.3 磷循环相关的酶（AP）

AP 酶活性随作物生育时期动态变化如图 6 所示：2022 年从小麦开花期到小麦收获期活性升高，之后到玉米大喇叭口期下降，再到玉米收获期上升；而从 2022 年玉米收获期起，经 2023 年小麦开花期、小麦收获期到玉米大喇叭口期，酶活性逐渐下降，最后到 2023 年玉米收获期显著上升。同时，不同处理（如 M2NPK、M1NPK 等）下的 AP 酶活性存在明显差异，体现出不同施肥处理方式对其有调控作用。

3　数据质量控制和评估

本数据集来源于技术人员对固定观测样地的观测。为确保数据的完整、一致、准确与可靠，监测站制定了统一的野外观测指标与规范，对不同时间、不同人员的数据调查、记录、输入、核实、

保存及审核等环节进行标准化管理。具体而言，调查人与记录人在完成样方调查后，会当即核查原始记录表，对发现的错误数据及时纠正；数据输入环节采用两人共同录入的方式，通过自查与相互检查，进一步保障数据输入的准确性，有效提升了数据集的质量。

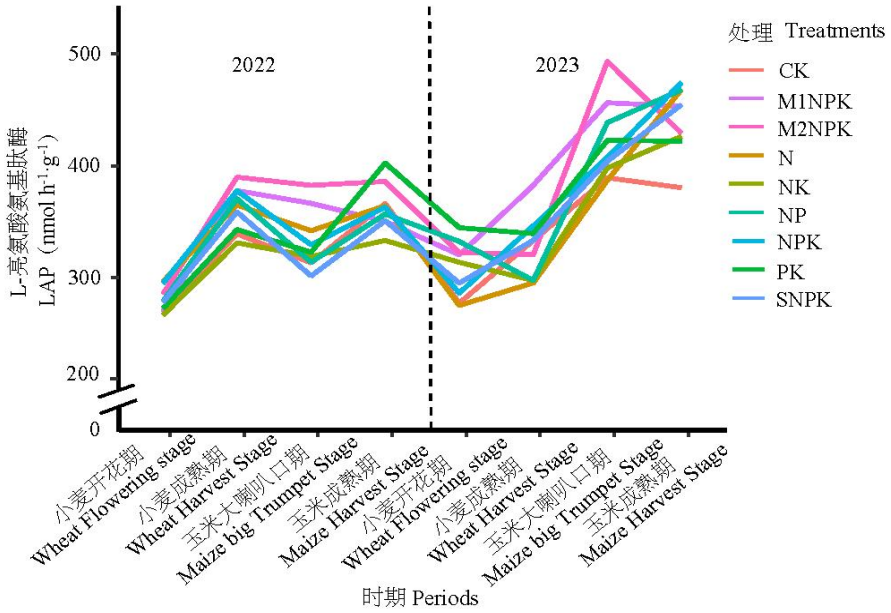


图 5　不同年份小麦、玉米不同时期 LAP 酶活性

Figure 5　LAP enzyme activity of wheat and maize at different growth stages in 2022 and 2023

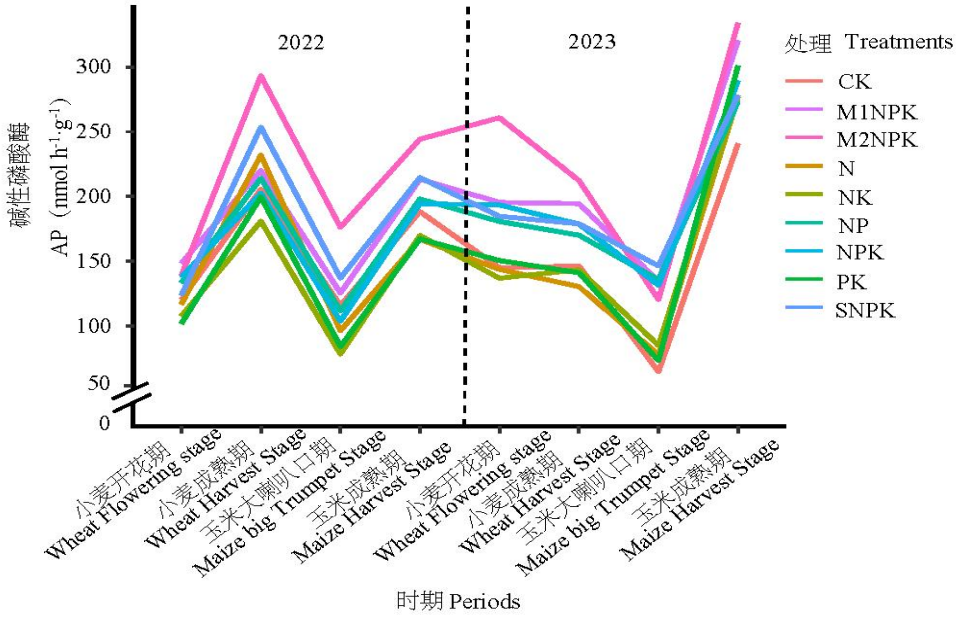


图 6　不同年份小麦、玉米不同时期 AP 酶活性

Figure 6　AP enzyme activity of wheat and maize at different growth stages in 2022 and 2023

4　数据价值

本研究中 2022、2023 年小麦、玉米关键生育期的碳氮磷循环胞外酶活性数据，源自国家黄土肥力与肥料效益检测基地，有 35 年的发展历史、多序列认证的黄土高原关键土壤研究平台，地处黄土

高原南部典型区域，数据采集科学规范。覆盖小麦、玉米关键生育期碳氮磷循环胞外酶的系统性观测，能反映黄土区域农田土壤碳氮磷循环过程与动态规律，为区域土壤养分转化、农业生态系统功能研究提供可靠且具有代表性的基础数据。

作者分工职责

王林（1998—），男，山西省长治市人，在读博士，研究方向为磷养分循环与调控。主要承担工作：数据处理、论文撰写。

刘力（1998—），男，内蒙古自治区乌兰察布市人，在读博士，研究方向为农业定量遥感。主要承担工作：调研采样。

张丽娜（1999—），女，山西吕梁市人，毕业硕士，研究方向为植物营养与土壤培肥。主要承担工作：调研采样。

刘嘉妮（2001—），女，陕西省宝鸡市人，在读硕士，研究方向为植物营养与土壤培肥。主要承担工作：调研采样。

俞谦德（2000—），男，山西省晋中市人，在读硕士，研究方向为作物微量元素吸收与调控。主要承担工作：调研采样。

苏秋友（1998—），男，四川省盐源县人，在读硕士，研究方向为植物营养与土壤培肥。主要承担工作：调研采样。

杨学云（1967—）男，博士，研究员，研究方向为植物营养与土壤培肥。主要承担工作：数据质量控制、论文修改。

张树兰（1966—）女，博士，教授，研究方向为植物营养与土壤培肥。主要承担工作：数据质量控制、论文修改。

参考文献

[1] 郭凯, 李红梅, 蒋相国, 等. 基于 ArcGIS 和模糊数学法的夏花生产区土壤肥力评价: 以襄阳市为例[J]. 花生学报, 2022, 51(4): 60–69. DOI:10.14001/j.issn.1002-4093.2022.04.008. [GUO K, LI H M, JIANG X G, et al. Soil fertility evaluation in Xiangyang summer peanut area based on ArcGIS and fuzzy mathematical method[J]. Journal of Peanut Science, 2022, 51(4): 60–69. DOI:10.14001/j.issn.1002-4093.2022.04.008.]

[2] 许仙菊, 张永春, 汪吉东, 等. 中国三大薯区土壤养分状况及土壤肥力质量评价[J]. 中国土壤与肥料, 2021(5): 27–33. DOI:10.11838/sfsc.1673-6257.20309. [XU X J, ZHANG Y C, WANG J D, et al. Soil nutrient status and soil fertility evaluation of farmland in three main sweet potato regions in China[J]. Soils and Fertilizers Sciences in China, 2021(5): 27–33. DOI:10.11838/sfsc.1673-6257.20309.]

[3] 许智萍, 袁建民, 杨晓琼, 等. 云南干热河谷野生余甘子土壤肥力评价[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(2): 309–314. DOI: 10.19675/j.cnki.1006-687x.2021.01036. [XU Z P, YUAN J M, YANG X Q, et al. Soil fertility evaluation of wild Phyllanthus emblica Linn. in Yunnan dry-hot valleys[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2021, 27(2): 309–314. DOI: 10.19675/j.cnki.1006-687x.2021.01036.]

[4] 王远鹏, 黄晶, 柳开楼, 等. 东北典型县域稻田土壤肥力评价及其空间变异[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(2): 256–266. DOI:10.11674/zwyf.19128. [WANG Y P, HUANG J, LIU K L, et al. Evaluation and spatial variability of paddy soil fertility in typical county of Northeast China[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2020, 26(2): 256–266. DOI:10.11674/zwyf.19128.]

[5] 白雪.不同温度和土地利用方式下红壤和石灰性土壤团聚体胞外酶活性及酶动力学特征[D]. 桂林: 广西师范大学, 2024. DOI:10.27036/d.cnki.ggxsu.2024.001295. [BAI X. Extracellular Enzyme Activity and Enzyme Kinetic Characteristics of Red Soil and Calcareous Soil Aggregates Under Different Temperatures and Land Use Patterns[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2024. DOI:10.27036/d.cnki.ggxsu. 2024.001295.]

[6] HUANG L, ZHANG Z S. Effect of rainfall pulses on plant growth and transpiration of two xerophytic shrubs in a revegetated desert area: Tengger Desert, China[J]. Catena, 2016, 137: 269–276. DOI:10.1016/j.catena.2015.09.020.

[7] 张孝良, 车荣晓, 段兴武, 等. 土壤胞外酶活性对气候变化响应的研究进展[J]. 浙江农林大学学报, 2023, 40(4): 910–920. DOI:10.11833/j.issn.2095-0756.20220619. [ZHANG X L, CHE R X, DUAN X W, et al. Research progress in the response of soil extracellular enzymes activity to climate changes[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2023, 40(4): 910–920. DOI:10.11833/j.issn.2095-0756.20220619.]

[8] 倪梦颖, 张秋芳, 高金涛, 等. 亚热带杉木人工林土壤胞外酶活性对隔离降雨的季节响应[J]. 生态学报, 2018, 38(6): 2119–2127. DOI:10.5846/stxb201703060370. [NI M Y, ZHANG Q F, GAO J T, et al. Seasonal response of extracellular enzyme activity to precipitation exclusion in a subtropical Cunninghamia lanceolata plantation[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(6): 2119–2127. DOI:10.5846/stxb201703060370.]

[9] BELL C W, ACOSTA-MARTINEZ V, MCINTYRE N E, et al. Linking microbial community structure and function to seasonal differences in soil moisture and temperature in a Chihuahuan Desert grassland[J]. Microbial Ecology, 2009, 58(4): 827–842. DOI:10.1007/s00248-009-9529-5.

[10] 赵雪淞, 高欣, 宋王芳, 等. 秸秆还田对连作花生土壤综合肥力和作物产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(5): 207–213. DOI:10.11838/sfsc.1673-6257.20403. [ZHAO X S, GAO X, SONG W F, et al. Effects of straw mulching on soil fertility and crop yield of peanut under continuous cropping[J]. Soils and Fertilizers Sciences in China, 2021(5): 207–213. DOI:10.11838/sfsc.1673-6257.20403.]

[11] 吴宇伦. 有机培肥对连作花生田土壤理化性质和酶活性的影响[D]. 辽宁: 辽宁工程技术大学, 2022. DOI:10.27210/d.cnki.glnju.2022.000412. [WU Y L. Effects of organic fertilization on soil physical and chemical properties and enzyme activity in continuous cropping peanut fields [D]. Liaoning: Liaoning Technical University, 2022. DOI:10.27210/d.cnki.glnju.2022.000412.]

[12] 蔡丽君, 张敬涛, 盖志佳, 等. 免耕条件下秸秆还田量对土壤酶活性的影响[J]. 土壤通报, 2015, 46(5): 1127–1132. DOI:10.19336/j.cnki.trtb.2015.05.015. [CAI L J, ZHANG J T, GAI Z J, et al. Effect of the amount of stalk return to field on soil enzyme activities under No-tillage[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2015, 46(5): 1127–1132. DOI:10.19336/j.cnki.trtb.2015.05.015.]

[13] 李春喜, 李斯斯, 邵云, 等. 减氮条件下有机物料还田对麦田酶活性及其土壤碳氮含量的影响[J]. 作物杂志, 2019(5): 129–134. DOI:10.16035/j.issn.1001-7283.2019.05.022. [LI C X, LI S S, SHAO Y, et al. Effects of organic materials returning on enzyme activities and soil carbon and nitrogen content in

wheat field under nitrogen-reducing conditions[J]. Crops, 2019(5): 129–134. DOI:10.16035/j.issn.1001-7283.2019.05.022.]

[14] 柳影, 彭畅, 张会民, 等. 长期不同施肥条件下黑土的有机质含量变化特征[J]. 中国土壤与肥料, 2011(5): 7–11. DOI:10.3969/j.issn.1673-6257.2011.05.002. [LIU Y, PENG C, ZHANG H M, et al. Dynamic change of organic matter in the black soil under long-term fertilization[J]. Soils and Fertilizers Sciences in China, 2011(5): 7–11. DOI:10.3969/j.issn.1673-6257.2011.05.002.]

[15] 向姣, 王著峰, 王玉刚, 等. 长期不同施肥对新疆荒漠农田土壤碳含量及其剖面分布的影响[J]. 水土保持学报, 2022, 36(4): 333–341. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2022.04.041. [XIANG J, WANG Z F, WANG Y G, et al. Effects of long-term different fertilizations on soil carbon content and profile distribution in desert cropland in Xinjiang[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2022, 36(4): 333–341. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2022.04.041.]

[16] 史吉平, 张夫道, 林葆. 长期施肥对土壤有机质及生物学特性的影响[J]. 土壤肥料, 1998(3): 7–11. [SHI J P, ZHANG F D, LIN B. Effects of long-term fertilization on soil organic matter and biological characteristics[J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 1998(3): 7–11.]

[17] 荣勤雷. 有机肥 / 秸秆替代化肥模式对设施菜田土壤团聚体微生物特性的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018. [RONG Q L. Effects of organic fertilizer/straw substituting chemical fertilizer on microbial characteristics of soil aggregates in protected vegetable fields[D]. Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2018.]

[18] 姚旭, 景航, 梁楚涛, 等. 人工油松林表层土壤团聚体活性有机碳含量对短期氮添加的响应[J]. 生态学报, 2017, 37(20): 6724–6731. DOI:10.5846/stxb201608021590. [YAO X, JING H, LIANG C T, et al. Response of labile organic carbon content in surface soil aggregates to short-term nitrogen addition in artificial Pinus tabulaeformis forests[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(20): 6724–6731. DOI:10.5846/stxb201608021590.]

[19] ZUCCARINI P, SARDANS J, ASENSIO L, et al. Altered activities of extracellular soil enzymes by the interacting global environmental changes[J]. Global Change Biology, 2023, 29(8): 2067–2091. DOI:10.1111/gcb.16604.

[20] 马晓霞, 王莲莲, 黎青慧, 等. 长期施肥对玉米生育期土壤微生物量碳氮及酶活性的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(17): 5502‐5511. DOI:10.5846/stxb201110191555. [MA X X, WANG L L, LI Q H, et al. Effects of long-term fertilization on soil microbial biomass carbon and nitrogen and enzyme activities during maize growing season[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(17): 5502–5511. DOI:10.5846/stxb201110191555.]

[21] 王雪松, 郑粉莉, 王婧, 等. 气候变化对谷子生育期土壤碳氮磷转化相关酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2021, 40(7): 1591–1600. DOI:10.11654/jaes.2020-1442. [WANG X S, ZHENG F L, WANG J, et al. Effects of elevated CO2 and warming on soil carbon, nitrogen and phosphorus transformation-linked enzymes activities at different millet growth stages[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2021, 40(7): 1591–1600. DOI:10.11654/jaes.2020-1442.]

[22] 李丹丹, 张心昱, 杨洋, 等. 贵州普定土壤酶活性和氮循环功能基因数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(4). (2023-07-28). DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0083.zh. [LI D D, ZHANG X Y, YANG Y, et al. A dataset of soil microbial enzyme activities and nitrogen cycling functional genes in Puding County

of Guizhou Province[J/OL]. China Scientific Data, 2023, 8(4). (2023-07-28). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0083.zh.]

[23] CURTRIGHT A J, TIEMANN L K. Meta-analysis dataset of soil extracellular enzyme activities in intercropping systems[J]. Data in Brief, 2021, 38: 107284. DOI:10.1016/j.dib.2021.107284.

[24] 陕西省统计局，国家统计局陕西调查总队. 陕西统计年鉴-2023[M]. 北京：中国统计出版社，2023.[Shaanxi Provincial Bureau of Statistics, Shaanxi Survey Team of the National Bureau of Statistics. Shaanxi statistical 2023 yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2023.]

[25] 陕西省统计局，国家统计局陕西调查总队. 陕西统计年鉴-2024[M]. 北京：中国统计出版社，2024.[Shaanxi Provincial Bureau of Statistics, Shaanxi Survey Team of the National Bureau of Statistics. Shaanxi statistical 2024 yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2024.]

[26] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京：中国农业出版社，2000. [BAO S D. Soil Agrochemical Analysis [M]. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2000.]

论文引用格式

王林, 刘力, 张丽娜, 等. 长期施肥塿土作物不同生育期胞外酶活性 2022、2023 年动态监测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2026, 11(2). (2026-06-12). DOI: 10.11922/11-6035.nasdc.2025.0197.zh.

数据引用格式

王林, 张树兰. 长期施肥塿土作物不同生育期胞外酶活性 2022、2023 年动态监测数据集[DS/OL]. V1. Science Data Bank, 2026. (2026-01-07). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.01629.

A dataset of dynamic monitoring of extracellular enzyme activities in Lou soil crops under long-term fertilization across crop growth stages (2022–2023)

WANG Lin[1], LIU Li[1], ZHANG Lina[1], LIU Jiani[1], YU Qiande[1], SU Qiuyou[1], YANG Xueyun[1]*, ZHANG Shulan[1]*

1. College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China

*Email: xueyunyang@nwafu.edu.cn (YANG Xueyun); zhangshulan@nwafu.edu.cn (ZHANG Shulan)

Abstract: Monitoring the activities of enzymes involved in carbon (C), nitrogen (N), and phosphorus (P) nutrient cycles in farmland soils can reveal patterns of nutrient transformation and fertility dynamics in farmland soil ecosystems, providing data support for research on farmland ecology and sustainable agriculture. The long-term stationary experiment is conducted in Yangling District, Shaanxi Province, which has a warm-temperate semi-humid continental monsoon climate. The study soil is classified as Cumulic Haplustalf, derived from loess parent material. The experimental treatments included: CK (no

fertilization), N (nitrogen only), NK (nitrogen + potassium), PK (phosphorus + potassium), NP (nitrogen + phosphorus), NPK (nitrogen + phosphorus + potassium), SNPK (straw + NPK), M1NPK (low-rate organic fertilizer + NPK), and M2NPK (high-rate organic fertilizer + NPK). This dataset provides measurements of soil extracellular enzyme activities related to soil C, N, and P cycles during the growth stages of wheat and maize in 2022 and 2023. Topsoil samples under different treatments were collected at the wheat flowering stage, wheat harvest stage, maize tasseling stage, and maize harvest stage in 2022 and 2023. The soil extracellular enzyme activities were determined, and a dataset table titled "Soil Extracellular Enzymes" was formed, containing a total of 216 data entries. Additionally, a complementary table titled “Soil Moisture Content, pH, and Nutrient Content at Key Growth Stages of Wheat and Maize” is provided to support comprehensive analysis of enzyme activities related to soil C, N, and P nutrient cycles. Sampling strictly followed randomized replication principles, and all measurements were conducted adhered to internationally recognized methods. Data were validated through outlier detection and replicate checks to ensure accuracy and reliability. This dataset is openly available for download and can support studies on nutrient cycling and soil fertility dynamics in farmland ecosystems.

Keywords: soil C, N, and P cycles; extracellular enzyme activity; crop growth stages; soil fertility

Dataset Profile

Title	A dataset of dynamic monitoring of extracellular enzyme activities in Lou soil crops under long-term fertilization across crop growth stages (2022–2023)
Data corresponding author	ZHANG Shulan (zhangshulan@nwafu.edu.cn)
Data authors	WANG Lin, ZHANG Shulan
Time range	2022, 2023
Geographical scope	Yangling District, Shaanxi Province, China (34°17'51"N, 108°00'48″E)
Data volume	88 KB
Data format	*.xls
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01629
Source of funding	The National Science & Technology Fundamental Resources Investigation Project of China (2021FY100502)
Dataset composition	The dataset contains a single data file composed of 5 sheets, namely: “Experimental Site Information”, “Basic Soil Physical and Chemical Properties Before the Experiment”, “Experimental Design”, "Soil Extracellular Enzymes”, and “Soil Moisture Content, pH, and Nutrient Levels at Key Growth Stages of Wheat and Maize”.