

# Effects of N, P, K and Organic Fertilizers on Soil Nutrients

Jing Wang<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Land and Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: wangjing0722@126.com

Received: Dec. 12<sup>th</sup>, 2018; accepted: Dec. 27<sup>th</sup>, 2018; published: Jan. 2<sup>nd</sup>, 2019

---

## Abstract

This paper mainly focuses on the dynamic changes of soil nitrogen, phosphorus and potassium nutrients and their related balances under the conditions of long-term N, P, K fertilizers and organic fertilizers, including the dynamic change of total and effective nutrients, the existing patterns, forms and transformation of N, P, K nutrient in the soil, etc., then summarizes and analyzes the research results and puts forward relevant feasibility suggestions.

## Keywords

Long-Term Fertilization, Nitrogen, Phosphorus and Potassium, Soil

---

# 施用氮磷钾化肥和有机肥对土壤养分的影响

王 晶<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>国土资源部退化及未利用土地整治重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: wangjing0722@126.com

收稿日期: 2018年12月12日; 录用日期: 2018年12月27日; 发布日期: 2019年1月2日

## 摘要

文章主要针对国内外关于长期氮磷钾化肥和有机肥配施条件下土壤氮、磷和钾养分动态变化及其相关平衡方面的研究, 主要包括养分的全量及有效量的动态变化、氮、磷和钾在土壤中的存在方式、形态以及彼此之间的转化等, 总结分析研究成果, 并提出相关的可行性建议。

## 关键词

长期施肥, 氮磷钾养分, 土壤

Copyright © 2019 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

肥料的施用对人类的生存和发展做出了巨大贡献, 在化肥工业兴起以前, 这一目的是通过种植豆科绿肥和施用农家肥来达到的, 但其数量有限, 农业的发展离不开化肥的生产以及产业的极大发展, 因此, 为了提高农业综合生产能力, 人们对化肥的投入力度加大, 漠视了有机肥料的施用。据测算, 化肥对中国粮食生产的贡献率最大。随着农业产业的日益发展, 有机养分还田率的下降和化肥的大量施用, 资源消耗和环境风险加剧, 其中包括土壤污染、富营养化等等[1]。因此, 养分资源的综合利用与环境保护越来越重要。

养分作为维持植物生长的重要物质, 长期以来一直是粮食增产的重要保证, 农业生态系统中涉及开放性的养分流动及循环, 其在一系列循环过程中会产生养分的损失, 以至于养分会越来越少, 作物能够利用的也越来越少, 从而导致土壤的生产水平下降。因此, 在后来的农业生产中, 人们就通过施入肥料来增加土壤中所需的肥力, 从而增加农业生产的产量, 以提高养分的循环强度。目前关于有机肥和化肥配合施用的肥效及其对土壤肥力的影响已有不少报道, 许多研究表明, 通过施用化肥以及科学的增加有机肥的施入, 可有效地提高土壤肥力, 并获得农业的高产[2] [3], 也有研究和该研究结果相反, 是不增反而降低产量[4] [5]。这种研究结论的矛盾, 很可能是土壤、生态条件的差异造成的。

鉴于此, 为确保当今农业的持续发展, 指导农作物平衡施肥, 本文通过探讨长期氮磷钾化肥和有机肥配施条件下土壤氮、磷、钾养分的变化, 为无机养分与有机养分配合施用提供理论依据, 从而使养分资源利用和保护生态环境相结合, 以保持养分供需在时间和空间上的平衡。

## 2. 长期施用化肥和有机肥对土壤氮素的影响

### 2.1. 全氮及有效氮

植物生长所需的重要营养元素之一就是氮, 其在土壤中合成效率比较低, 因此, 在农业生产过程以及提高土壤生产性能的措施上, 不断补充土壤施氮量以及增加氮肥的投入, 是提高土壤肥力的主要途径之一。针对土地贫瘠等原因, 长期施用氮肥可有效增加土壤中全氮和可利用氮即有效氮的增加, 这主要是施用氮肥可有效增加作物根系的生长和发育, 有利于提高根系分泌物的含量, 从而有效增加了土壤中有机氮量的储存, 一定程度上也可增加土壤氮的矿化, 提高土壤矿化作用, 并且有利于生物根系对氮素

的吸收利用等。有机肥提供的氮素形态较化肥更有利于作物根系的吸收，使用有机肥不仅能显著提高土壤中有有机氮的含量，而且能显著增加生物氮的数量，对于农田环境生态系统碳氮的循环，绿肥和秸秆的作用仅次于厩肥[2] [4]。

## 2.2. 氮的存在形态及施肥对其影响

无机态和有机态是土壤元素的主要形态，土壤中无机态氮主要分为铵态氮和硝态氮，并且在土壤中仅有全氮含量的1%~2%，大多数还是以有机态的形式存在。增加土壤中硝态氮及铵态氮含量主要通过施用氮肥及氮磷钾混合肥来实现，但是对于有机氮的影响则较小[3] [6]。氮肥施入土壤，5天就会转化为硝态氮，我国约34%的氮肥通过表观硝化和反硝化作用损失，利用率仅占施肥氮的35%。氮肥的过量施入一般会导致土壤剖面硝态氮含量的增加，所以对于氮肥的施入量需要计算精确，避免土壤氮肥富集，造成损失及浪费。氮肥的施入量一般可分为2个阶段，若施用量在0~180 kg/hm<sup>2</sup>，有机肥和化肥使用情况差异不大，都不会造成土壤中硝态氮的突然增加，土壤硝态氮储量都会随施氮量的增加而增加，有机肥氮处理的土壤硝态氮储量略大于化肥氮处理；若大于180 kg/hm<sup>2</sup>能引起土壤硝态氮储量较快速增加，化肥比有机肥增加土壤硝态氮的速度快[3] [7]。氮的两种形态即无机态和有机态氮会对土壤硝态氮储量产生多方面的影响，这主要是由作物对肥料的吸收量决定的，与土壤中氮的形态及微生物氮的转化有关，也与有机氮与无机氮都可转化为硝态氮的特点有关[5]。

## 3. 长期施用化肥和有机肥对土壤磷素的影响

### 3.1. 全磷及有效磷

植物生长需要大量营养元素，磷元素占有重要地位，与其它元素含量对比而言，其含量相对较低。针对土壤中缺少磷素，施用磷肥可显著增加土壤中有效磷的含量，但是磷元素在土壤中残存时间较短，元素未得到利用，一般后效可长达十年之久。对于磷元素的增加，通过施用一些磷化石就可以解决，但是对土壤的酸碱性要求比较苛刻，如土壤为中度酸性，一般施用磷化石是无效果的；若土壤为酸性，则可逐步提高土壤有效磷的含量，提高速度较慢。一般过量施用氮肥，可增加土壤酸性，从而有效促进土壤有效磷含量的提高，相反，则会导致土壤磷素的加速衰竭。长期施用有机肥，尤其是厩肥，能显著提高土壤全磷及有效磷含量，尤其是有效无机磷含量，但其效果不如有机无机配施好[8]。

### 3.2. 磷的存在形态及施肥对其影响

诸多矿物质肥料，作物对其的影响和利用较低，并且可溶性磷化物在土壤中可发生形态转化，一般转变为不溶性的磷素。无机态磷和有机态磷为土壤中磷的主要形态，主要以无机态磷居多。无机态磷一般可分为三类，首先是存在于石灰性或者中性土壤的磷酸钙及镁类化合物等；其次是主要存在于酸性土壤中的磷酸铁和铝类化合物；最后则为闭蓄态磷。

长期施用磷肥或有机肥均可增加土壤有机磷和无机磷含量，但磷肥主要是增加无机磷含量，而有机肥则以增加有机磷为主，一般也是通过增加活性或者中度活性态的有机磷来增加土壤中磷的含量。有机肥中含有较多的活性和中度活性有机态磷，并且有机肥中含有大量的微生物，其可有效吸收和固定化肥和有机肥中的磷，从而提高磷素的利用率；同时有机肥可减少无机磷的固定，提高无机磷的溶解效率，施磷肥增加土壤有机磷的原因在于，磷肥促进植物难以利用的中稳性和高稳性有机磷的矿化，使其向活性和中度活性有机磷转化[8] [9]。

土壤中磷的主要存在形式有Ca<sub>2</sub>-P、Fe-P、Ca<sub>8</sub>-P和Al-P，施用磷肥和有机肥对于石灰性土壤而言，可显著提高各种磷化合物的含量，且以Ca<sub>8</sub>-P增加幅度最大，一定程度可显著提高土壤中的闭蓄态磷含

量[10]。在酸性土壤中，长期施磷肥或有机肥主要增加土壤中的 Fe-P 和 Al-P 含量[11]。长期大量施用磷肥、有机肥，土壤各形态磷素均有不同程度的积累，但长期有机肥、化学磷肥配合施用比单独施用化学磷肥能明显增加磷肥的有效性。

## 4. 长期施用化肥和有机肥对土壤钾素的影响

### 4.1. 不同来源的钾肥对土壤钾素的贡献

钾肥是土壤元素及植物生长所需的主要元素之一，不同的有机肥中的钾肥含量对土壤钾素的贡献是不同的。对比一下几种有机肥而言，如：猪厩肥、化学钾肥、麦秸和牛厩肥等，麦秸对土壤的供钾能力及对作物的有效性均高于化学钾肥，牛厩肥和猪厩肥的供钾能力及生物有效性略低于化学钾肥。

### 4.2. 钾的存在形态及施肥对其影响

土壤钾素的分类一般是通过钾元素的有效性来定义的，主要分为无效钾、缓效钾和速效钾，速效钾含量较低一般仅为 0.1%~2%，缓效钾占 2%~8%，而矿物钾(无效钾)占 90%~98%，土壤速效钾的供钾能力与土壤钾全量有密切关系，同时很大程度上受土壤中各形态钾数量和比例的影响。

氮磷肥料的大量使用，则会导致土壤加速的缺失，在作物生育生长期、产量形成期及果实的品质等等，都与土壤的供钾能力有关。我国土壤全钾因土壤不同，全钾含量差异很大，具有明显的由南往北、由东往西逐渐增加的趋势[4] [5]。酸性土壤中施用石灰则有利于钾素的保持与利用。有机肥单施或与无机肥配施均可提高土壤速效钾含量[4]。有机肥中所含钾素的不断输入，肥料中的有机胶体及其交换表明具有保持养分的能力，从而增加土壤中钾养分的增加，不论施用有机肥或无机肥，其钾素在土壤中的残效可持续许多年而不衰[12]。

钾元素在土壤剖面空间分布及移动范围较大，营养元素的淋失是元素利用率低的主要原因之一，钾元素也不例外。施用氮肥中的铵态氮肥可显著增加土壤钾肥的有效含量，有利于降低外源钾元素的固定概率，提高钾元素的生物有效性的持续时间及活力等，在农业生产中应当将氮肥与钾肥进行科学合理的搭配。施磷肥不仅有助于作物对磷的吸收，也改善了作物的钾营养状况，因而提高了作物的抗旱性，促进作物的生长[13]。

## 5. 讨论与结论

对于土壤肥料的研究已经有近百年的历史，研究形式也有很多种，诸如定位试验，盆栽试验以及培肥试验等等，但研究结果不尽相同。研究范围也涉及较广，囊括土壤结构、土壤呼吸、微生物、肥力、耕作方式、灌溉模式等诸多方面，研究也取得了喜人的结果。多年增施化肥会给农田生态系统和物质循环带来诸多不利因素，且不能适应现代农业的持续发展要求，同样，单单只施入有机肥，也存在一定的弊端，只能维持固有的封闭式的物质循环，不能使作物产量明显提高，很难满足人口增长对农产品的需求，也很难适应现代化农业对施肥技术和肥料品种的需求。

科学合理地将化学肥料与有机肥配施，则有利于全面调节土壤养分的平衡，有效缓解养分的供需矛盾，将土地的用和养都考虑和顾及到。化肥只能供应大部分氮素、磷素和少部分钾素，有机肥则能供应大部分钾素。长期的研究表明，不合理的施用有机、无机化肥不仅不能增加作物的经济产量和生物产量，还会降低土壤养分等肥力水平，破坏土壤可耕性、保水保土等性能，易造成自然环境中的养分元素超标及富营养化，严重者可破坏生态环境。

## 基金项目

地建集团内部科研项目(DJNY2018-14)。

## 参考文献

- [1] 张福锁. 中国养分资源综合管理策略和技术[C]. 循环农业与新农村建设 2006 年中国农学会学术年会论文集: 2006 年卷. 北京: 中国农学会, 2006: 371-374.
- [2] 王邀清, 刘全清, 马文奇, 等. 中国养分资源利用状况及调控途径[J]. 资源科学, 2005, 27(3): 47-52.
- [3] Cowan, M.C. (1976) An Evaluation of Farmyard Slurry Enriched with Either Poultry Manure or Inorganic N-P-K as Fertilizer for Perennial Ryegrass. *Plant and Soil*, **45**, 625-635. <https://doi.org/10.1007/BF00010584>
- [4] 刘杏兰, 高宗, 刘存寿, 等. 有机、无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报, 1996(2): 138-147.
- [5] Mercik, S. and Nemeth, K. (1985) Effects of 60-Year N, P, K and Ca Fertilization on EUF Nutrient Fractions in the Soil and on Yields of Rye and Potato Crops. *Plant and Soil*, **83**, 151-159. <https://doi.org/10.1007/BF02182725>
- [6] 张夫道. 长期施肥条件下土壤养分的动态和平衡对土壤氮的有效性和腐殖质氮组成的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(1): 39-48.
- [7] 韩晓日, 邹德乙, 郭鹏程, 等. 长期施肥条件下土壤生物量氮的动态及其调控氮素营养的作用[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(1): 16-22.
- [8] 林继雄, 林葆, 艾卫, 等. 磷肥后效与利用率的定位试验[J]. 土壤肥料, 1995(6): 1-5.
- [9] Condron, L.M. and Goh, K.M. (1989) Effects of Long Term Phosphatic Fertilizer Applications on Amounts and Forms of Phosphorus in Soil under Irrigated Pasture in New Zealand. *The Journal of Soil Science*, **40**, 383-395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1989.tb01282.x>
- [10] 吕家珑, 刘文革, 王旭东, 等. 长期施肥对土壤无机磷形态组成的影响[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(3): 52-54.
- [11] 周广业, 阎龙翔. 长期施用不同肥料对土壤磷素形态转化的影响[J]. 土壤学报, 1993, 30(4): 443-446.
- [12] 沈善敏. 长期土壤肥力试验的科学价值[J]. 植物营养与肥料学报, 1995, 1(1): 1-9.
- [13] 丛日环, 李小坤, 鲁剑魏. 土壤钾素转化的影响因素及其研究进展[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(6): 907-913.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)