

有机肥合理施用

(国外资料选辑)

科学技术文献出版社重庆分社

有机肥合理施用(国外资料选辑)

中国科学技术情报研究所重庆分所 编辑
科学技术文献出版社重庆分社 出版
重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所 发行
陕西省宝鸡市人民印刷厂 印刷

开本: 787×1092毫米¹/₁₆ 印张: 6.5 字数: 16万
1977年5月第1版 1977年5月第一次印刷
印数: 13300

统一书号: 16176·15

定价: 0.55元

前 言

在以华国锋主席为首的党中央英明领导下，一举粉碎了“四人帮”，全国形势一派大好。打倒“四人帮”，人民大解放，思想大解放，生产力大解放。当前我国社会主义革命和社会主义建设正处在一个重要的历史发展时期。全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗的群众运动正在蓬勃发展。为适应我国农业生产和科研的需要，根据毛主席“洋为中用”的教导，我们编译了这本《有机肥合理施用》国外资料选辑，共18篇资料。内容主要介绍美国、日本等国家近年来在稻草还田和其他稿秆、绿肥、农家肥及泥炭等有机质肥料的堆制、施用，在土壤中的分解过程以及对土壤微生物活性、土壤理化特性的影响等有关研究试验成果。希能对国内从事这方面工作的同志有所参考。由于我们水平有限，希读者对选材和翻译中的缺点和错误给予批评指正。在编辑过程中，承江苏农学院土化系、上海化工研究院技术情报室等单位大力协作，在此一并致谢。

编 者

一九七七年二月

目 录

秸秆回田和有机质的施用.....	(1)
厩肥抑制土壤对过磷酸钙-磷的固定.....	(8)
水田中使用稻草后铵态氮的消长.....	(12)
不同性质厩肥对土壤物理性变化的影响.....	(14)
土壤水分对秸秆分解的影响.....	(20)
施用有机质和土壤耕作对温暖地区土壤氮素肥力的影响.....	(25)
水稻土施用有机物的效果.....	(30)
水稻施用有机物的效果.....	(37)
水田中有机质的累积和分解.....	(42)
种植水稻对腐殖质形成的影响.....	(47)
绿肥及其应用.....	(53)
覆盖物的利用.....	(57)
用泥炭改良矿质土壤.....	(62)
日本秸秆利用的现状.....	(66)
应用树脂离子交换器的腐殖质分级技术.....	(68)
腐殖质的分组.....	(69)
富里酸的分组.....	(71)
国外腐肥生产与科研概况.....	(73)

秸秆回田和有机质的施用

近年来随着复种指数的迅速提高,播种面积扩大,化肥用量增加而有机肥料的施用相对地减少,引起了水田和旱地土壤的理化性改变和作物病害。如土壤的发僵、板结、作物根量降低、耕作层的孔隙率减少、有效水含量降低、以及作物生长缺素,发生了生理病害等等,即为明例。

土壤腐殖质是土壤肥力的主要构成因子,有机质的施用是维持土壤肥力向上发展不可缺少的手段之一。按照Pauli⁽¹⁾的看法,土壤肥力不仅是潜在性的而且可转变为土壤的实际生产力,并有足够供应和满足作物生长需要的养分。任何良好的土壤,有机物的腐殖化和矿化必须达到一定比例。通过有机质的施用,配合适宜的土壤耕作法,在很大程度上是能够控制这两个同时存在而方向相反过程的协调,从而使土壤肥力得到活化,土壤生产力得到提高。熊田恭一等⁽²⁾的研究,也同样证实了:在稻草腐熟过程中,一面是有机质组成的变化,另一方面是

碳素含量随时间而减少。所以,科学地实行秸秆回田和施用有机物,能够有效地促进土壤肥力的不断发展和提高。

有机质的应用,作为农家肥料或堆肥形式,对于提高土壤肥力,固然是个好办法,但是为了节省劳力、减少运输,因而直接就地使用秸秆成为当前提高土壤肥力,促进持续高产的必要措施⁽³⁾。

土壤施用作物残茬,随着微生物种类不同,分解形成不同的物质。有的物质能刺激作物生育;有的提供微生物活性物质。如玉米秆和其他作物残茬在土壤中激发产生挥发性物质,能够刺激土壤微生物的呼吸率上升和生长作用⁽⁴⁾。这里特别是土壤中加入有机物,对于作物生长、吸收养分和防止病菌侵害的菌根菌提供营养和改进土壤结构,更值得重视⁽⁵⁾。所以,水田和旱地的秸秆回田和施用有机物,成为当前农业生产上的一个重要课题,为此,本文综述了近几年来国际上对这方面研究的一些成果,供参考。

一、秸秆对提高土壤肥力的作用

秸秆回田和施用有机物,对于土壤肥力的影响是多方面的,其中最大意义是提供作物的有机和无机养分的来源。试验证明,土壤肥力和作物产量是受着土壤中有机质含量的影响:一是直接提供作物养分;二是间接

供应土壤微生物迅速分解的有机碳源和促进土壤中腐殖质含量的平衡,以稳定土壤结构和改进土壤物理性,两者对土壤肥力的影响是不可忽视的。

(一) 供 给 有 效 养 分

氮的来源:据浅见报告⁽⁶⁾,水田的稻秆氮和稻根氮的矿化,在1周内激增,9周后减缓,最终是 $\frac{1}{4}$ 的稻秆氮和稻根氮被矿化。

施入旱地的稻秆氮和稻根氮的矿化,也是1周内激增,12周缓慢递减下来。水田和旱地比较,前者在第1周的矿化量为后者的两倍。

一般在厌气条件下，土壤的释氮量与土壤有机质含量有关，而土壤有机质含量又决定于施入土壤的有机物，因有机物中氮的利用率可达10%左右。

稻草回田为土壤氮增加的原因，主要是稻草中水溶性有机物的水解氮组成内含有氨基氮、铵态氮、氨基糖氮和未鉴定氮等，在淹水七天后达最高峰⁽⁷⁾。据Shyring等的报告⁽⁸⁾：水田放干后，由于微生物的急剧变化，而促进施入土中有机物的有机氮有效性提高。Dhar⁽⁹⁾也发现有机物的缓慢分解是土壤氮的最好来源，尤其是在有阳光和磷酸盐的条件下，土壤中兰绿藻进行了大量的固氮作用。Dhar认为直接翻埋入有机物其固氮作用较用堆肥的要强。如含碳水化合物多的玉米秆翻埋土中进行缓慢的分解作用，在光化学的影响下，是能够固定土壤空气中的氮，从而显著地提高土壤肥力。Allison认为土壤中施入作物残茬，是能够保存土壤氮和增加总氮。Toyoaki Tsukada等的报告⁽⁹⁾：稻草中酸不溶氮占总氮的17%左右，大致与半腐熟堆肥的肥效相等。氮的释放程度与水溶性氮含量有密切关系，可说水溶性氮的含量是作为评价秸秆氮源的重要依据。Smith⁽¹⁰⁾认为作物残茬含量高的，分解释放氮也多，并能抑制硝化作用。反之，作物残茬含氮量低的，分解迟缓，氮的释放量少。许多研究者⁽¹¹⁾都同意作物残茬的干物质含氮达1.5—2.0%，C/N为20—35，有机氮的矿化易于进行。

此外，Cofee等⁽¹²⁾对于作物残茬保存氮的吸收量和物理吸附量进行了测定，每吨残茬约可吸收和保存1.8—8.2公斤氮。App等（1956）的研究，认为小麦茬每年4—5月翻入土中，每公顷有5,200公斤干物质，回收54公斤氮。Purna Chandra等的报告⁽²⁵⁾：每公顷施麦秆10吨，土壤中总氮有所增加。这表明了土壤中施入有机物会促进自生固氮菌或酪酸梭状芽胞杆菌的固氮作用。但

这种固氮菌利用了秸秆作为能源，必然导致反硝化作用的进行而降低硝酸盐含量。

总之，从氮的供应情况来看，秸秆回田和施用有机物，对于土壤和作物提供部分氮源是可肯定的；但作物残茬的含氮量不同，C/N比大小不一，翻埋时间和深度不同，有机氮的矿化度不一样，氮的释放和累积也就有所差异。

硫的回收：在有机肥料施用量减少和不常施用含硫肥料的情况下，无论水田或旱地的作物生长，都出现了缺硫症状，但多年实行秸秆回田和施用有机肥料，就未见这现象。据Nelson⁽¹³⁾的报告：棉茬（0.3%S和1.2%N）和玉米秆（0.1%S和0.5%N）施入土壤，可回收从土壤中吸收的硫。据分析每公顷的棉花地上部含有20公斤硫，虽然由棉籽移去8公斤，剩余的17公斤可由叶和秆归还土壤，Stewart等的研究也提到麦秆约含0.15%硫，回田后可归还大部分被吸收的硫。如果含硫量低的作物残茬，必须兼施含硫肥料才能提高其分解率。硫在土壤中呈有机态的Ca、Mg、Na和K盐类，当有机物分解时，大多数硫是会释放出来的。

钾的供应：秸秆回田在很大程度上影响土壤代换钾，因含在作物残茬中的钾对作物是有效的。无论水田旱地施用秸秆，显然会提高土壤代换钾的水平。据Scott等的报告⁽¹⁴⁾：利用玉米秆回田所增加土壤代换钾的数量，相当于作物在生长季节从土壤中吸收的代换钾数量。这样的话，钾素可由秸秆回田而得到90%的回收率。

必须指出：土壤放干后会固定钾，但施用有机物可避免钾的固定，特别是含酯和甘醇多的有机物中能抑制代换钾的固定，从而加强钾的回收。

此外，秸秆回田和施用有机物，对于微量元素Zn、Cu、B、Mo、Mn、Fe等的补充，也起了一定作用。

(二) 改良土壤物理性

秸秆回田和施用有机物,对于土壤物理性改良的主要作用有二:一是土壤团粒化,使孔隙率增加,孔隙性良好。二是土粒表面活性变化,增强了土壤的保肥保水的能力,从而提高土壤的抗旱力。从久保田彻的报告⁽¹⁶⁾中可看出,有机物的施用对旱地耕层土壤水稳性团粒量和孔隙率的增加,侵蚀作用的防止,板结作用的抑制等都有一定效果。这原因虽复杂,但主要是由于土壤团粒的形成,容重的降低,保水性的改良,土粒的表面活性变化和缓冲力的增加。这些作用与有机质本身的性质分不开。Promauesi⁽¹⁵⁾的看法,也证明了作物残茬的影响土壤生产力,主要是由于有机物施入土中,通过土壤微生物作用,而使土壤通气有关的结构性、持水量得到改善。土壤耕作有关的粘结性、粘着性和可塑性得到降低。这同Allison⁽¹⁷⁾认为施用有机质和秸秆回田,增加土壤的团

聚作用,减少土壤板结,从而增加水分的渗入,改善土壤耕性和通气,有利于微生物活动和根系穿插的看法,是完全一致的。Baver⁽¹⁸⁾认为土壤结构的形成有赖于微生物,而微生物又非有机物作为能源不行,特别是霉菌和放线菌的菌丝对土壤结构的形成,起了一定作用。所以,有机质对土壤结构活性的增加和土壤生产力的提高,是非常重要的。

还有,土壤力学性质也与秸秆回田和有机物的施用有密切关系,如Davidson所说的,旱地土壤施用有机物可使土壤的膨润性提高。志贺也认为无论水田或旱地,如果多年施用有机物或实行秸秆回田的话,土壤松软,塑性值变大。一般土壤塑性值的大小,与土粒间水膜的厚度和土粒表面的活性物质有密切关系,这原因是有机物所形成的腐殖质胶体具有亲水基,表面活性大。

二、一些毒害问题

秸秆回田和施用有机物,在土壤中分解时产生一些对作物生长有害物质,如有机酸和植物毒素等毒害问题,必须引起注意。

(一) 有机酸问题

有机物在水田土壤中分解积累的有机酸,是危害作物根部的一个因素,不仅低产田如此,高产田也不例外。许多研究证实⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾,水稻生理病害是植株生长发育时由于根腐病所引起的,它与有机酸的危害分不开;特别是饱和低级脂肪酸对根部的危害。有机酸对稻根的伸长和吸收养分发生了障碍。脂肪酸中随着碳原子数的增加,抑制作用加大,抑制的顺序:丁酸>丙酸>乙酸和甲酸>草酸。

在水稻生长的整个发育阶段,都可能发现有机酸的障害现象。一般是先看到稻根的

伸长受到抑制,而后发现根部呈微黑色。在砂性土和烂泥田的为害较粘土大。水田中乙酸对秧苗的生长和养分吸收的障害作用最大,当浓度超过 $1 \times 10^{-3}N$ 时,就大大地降低了水稻对磷、钾和硅等养分的吸收。藤井等最近证明⁽²⁰⁾,水田中的甲烷是由乙酸产生的,据信减轻有机酸障害作用,是由于它被微生物分解的结果。

苕子、紫云英等翻埋土中淹水1周后就产生了有机酸,如丁酸、乙酸、甲酸、琥珀酸等,对稻根的生长有明显的障害作用,但4周后浓度降低,障害作用也就大大削弱了。所以水田施用秸秆,使其迅速分解而减轻有机酸的障害。只要在淹水前或插秧前施适当时间施入,易分解的有机酸是会逐渐消除的。如草酸在4天后,丁酸在七天后的生成量就减少了⁽²¹⁾。

这里我们也要看到有机酸的有益作用，如它的螯合作用能够促进土壤中钾和微量元素的释放，提高其有效性，以及对不溶性磷酸盐的有效化等都被认为是有益的。

(二) 植物毒素问题

Patrick⁽²²⁾的报告：利用作物残茬的一个重要问题，就是有些有机物在分解时产生植物毒素，其产生情况与水田土壤质地、通气性等有关。作物残体的分解，在好气和厌气条件下是不相同的。好气条件下产生的毒性物质很快消失，有的被微生物合成或分解。但在缺氧条件下，有机物分解形成的化合物，如甲烷、硫化氢、乙炔、乙酸、乳酸、丁酸、甲酸及其他有机酸，还有酚类化合物，往往表现了毒性。现已发现大麦、玉米、小麦、裸麦等秸秆，在淹水条件下分解产生较多的植物毒素，但在整个分解期中都会有植物毒素。一般水田只在作物残茬分解的3—5天内，才会产生植物毒素，3周内达最高峰，5—7周内逐渐消失。

Guenzy和Mccalla证实了香草酸、 ρ -香豆酸、 ρ -羟基苯酸、丁香酸、儿茶酸和阿魏酸等，是秸秆回田时产生的毒素。他们认为植物毒素是有机物腐解的产物，在正常条件下，高浓度的毒性物质，水田中是不多见的。Allison的报告⁽²³⁾，也提出作物残茬在分解过程中产生有危害作物生长的植物毒

素。Army(1961)也发现小麦秆作为覆盖，产生的植物毒素会抑制玉米幼苗的生长。

通过色层分析，证实了植物毒素是丁酸、苯乙酸、 ρ -羟基肉桂酸、4-苯基丁酸和阿魏酸等，它们是在反常的土壤条件下产生的，抑制了种子发芽，伤害作物根系，扰乱养分的吸收，甚至使作物黄化、枯死。

(三) CO_2 浓度和霉菌的侵害问题

Russell指出：绿肥分解的最初阶段，增加了土壤空气中 CO_2 浓度，对种子发芽和作物幼苗的根部有害，或抑制种子发芽。Page和Bodman认为土壤中加入大量绿肥或其他有机物，呈现着障害作物生长的现象，不单是 CO_2 浓度过大，乃是作物与微生物之间的生长竞争，而限制了氧的供应。这也说明了作物和微生物对有机残体在土壤中分解所需的氧和养分，是进行剧烈的竞争。

最近Yasuo Sawada等的报告⁽²⁴⁾：认为在通气情况下，绿肥或其他有机物分解产生的 CO_2 浓度虽高，但不会造成对作物根部生长的障害。他们发现作物幼苗和幼根的受到抑制，是由一种霉菌叫做“发酵性微生物”或叫做“土壤腐生植物”的侵害幼芽或幼根所致（这种霉菌属于腐霉菌属）。显然在绿肥或其他有机物分解时，加速了土壤中腐霉菌落的增殖。因此，大量施用有机物应注意防止此病霉菌的增加。

三、施 用 技 术

为了提高秸秆回田和施用有机物的效果，避免一些可能出现的障害问题，在施用技术上应注意以下几项措施。

(一) 混合无机肥料

据熊田恭一等的试验⁽²⁾，稻草混合石灰氮施用后，酸溶性有机氮的比率减少，说明了腐解物的含氮量有所增加。施氮能够促进棉茬和玉米秆的分解，是由于调整N:S

比率。Dijkshoorn(1960)的报告，作物残茬的N:S比率，豆科为17.6:1，谷类作物为13.6:1，其他研究者也认为N:S>17:1为合适。

Purna Chandra指出⁽²⁵⁾：粉砂壤土加入麦秸和氨水，使土壤中的硝酸盐积累减少，这说明是微生物利用有效氮的结果。秸秆配合硝酸铵施用其氮损失最多，配合硝酸钙施用其硝酸盐消失最快，但它的全氮损失

介于氨水和硝酸铵之间。

麦秸混合氮肥，由于麦秸用量和氮源的不同，而对氮的变化和损失的影响就不一样。一般低量（0.5吨/公顷）的麦秸和氨水混合能够减少硝酸盐的积累和氮的损失。

Dhar认为稻草和碱性磷肥混合，犁入土中不仅能固氮，而且供应了作物生长需要的有效氮、磷、钾和微量元素。无疑的，碱性磷肥呈现碱性反应，有触媒作用，能够促进有机物质的氧化作用和腐殖质的硝化作用，从而提高有效氮的供应。但秸秆回田是需要施用一定氮量来抵消由于作物残体的微生物分解所消耗的有效氮，而这数量必然为下季作物所利用。

（二）土壤种类

据Zenkinson的试验报告⁽²⁶⁾：作物残茬的最初分解阶段，在酸性土中比中性土中来得慢，但有效作用的时间长。有机质含量低而粘性大的黄红壤，要改善耕性和肥力，秸秆回田和施用有机物是非常必要的⁽²⁷⁾。砂质土壤施用有机物效果好的，原因是增加有机胶体和盐基代换量。所以砂性漏水田的施用新鲜秸秆和绿肥是能够发挥一定的改良效果。

不同质地的土壤，翻埋作物残茬或其他有机物，其腐殖化和矿化的程度是不一样的。根Stallings的研究：在同样气候栽培条件下，砂土保留的有机残体数量较粘土少，如粉砂土只能保留1%有机质，而粘土可保持4—5%。因此，质地粗而粘土含量少的土壤应施用粗的有机物质，而且施用次数和施用量要多。Allison的研究也说明了砂土施用绿肥，对整年作物来说，绿肥是较厩肥更合适。因绿肥翻入粗质地土壤，可增加其团聚作用，提高田间持水量，减少渗漏的损失。绿肥翻入细质地的土壤可以改进土壤耕性，导致细质地的团聚体增加，容重降低，活的有机物质和死的有机质，担负起保证土壤良好耕性的作用。

大量地在强酸性土中施用有机质（每市亩约5,000—10,000斤），而产生的有益影响（即减少代换性铝，提高pH和农作物的产量），Hoyt⁽²⁸⁾认为没有超过施用石灰的效果，值得进一步研究。

（三）施用量多少

据Broadbent和Bartholomev⁽³²⁾用¹⁴C标记作物残茬进行研究的结果，认为少量的作物残茬比大量的分解更快；但不是所有作物残茬都是如此。作物残茬的有机碳，在30天内由CO₂损失45%，如葡萄糖、半纤维质或纤维质的分解就很快。所以，施用量应根据作物残茬的种类和有机物组成而定，一般是粗细配合，老嫩结合的效果大。根据各地的土壤条件，秸秆回田的施用量，每市亩一般以5000—6000斤较适合。

（四）新鲜的有机物

有些研究指出：施用较多的新鲜有机物能够促进土壤中原有机质的分解，如能少量多次施用，则所施有机物质的激发效应就愈显著。但在某种情况下，这种激发效应是不明显的，有时甚至完全觉察不到。即使所施新鲜有机物质具有显著的促进分解效应，而在土壤中碳素仍常呈现正的平衡，是由于其部分碳素被土壤所吸持。

据Zenkison等的报告，新鲜有机物施入土壤中激发土壤中原有机质分解的原因，是由于新鲜有机物质具有初期的CO₂激发作用。他们发现苏丹草加入土壤中激发的CO₂增加4—11倍；但也有加入新鲜有机物而迟缓CO₂的激发。新鲜的有机物质施入湿土，在48小时后释放的CO₂量最高，这时土壤团聚体也最稳定，随着苯醇溶解部分的物质含量增加，而团聚体也增加了。井手一浩的报导⁽³⁴⁾也证实了，施用新鲜稻草，土壤腐殖质含量提高，其次是代换容量加大并改善了土壤的物理条件，因而提高了肥力。一般尽可能于冬季到春季期间施用，最好切成5—

10厘米长短，全面撒施或翻压入土内。施用秸秆的土壤有较强的还原作用，要排水晒田并充分实行间断灌溉的水浆管理。带有大量病虫害的稻草要做成堆肥后施或不施用为好。还有，施用新鲜秸秆，在渍水第二周内会产生乙酸等，导致水稻生长迟缓，应加入硫酸铵以减少其毒害作用，因硫酸铵可抑制乙酸等的产生。

（五）作为覆盖利用

据Sandoval和Beny⁽²⁰⁾的研究报导：在旱地条件下减少土壤盐渍化程度，冬季采用秸秆覆盖或秸秆回田，就可以降低其盐化度。这不仅可以增加土壤表面的粗度，以便吸收雨水和贮存水分，而且可使土壤的有效水增加。一般土壤有了覆盖物，可增加水分的渗透，减少蒸发，调节土温，控制杂草，从而提高作物产量⁽³⁰⁾。

土壤表面覆盖物的分解是比埋入土中的分解速度要慢，有时这一季作物残体会保留到下一季应用。一般抵抗分解的快慢取决于作物残茬类型、温度和湿度，其次是耕作技

术。

（六）翻埋的时间

关于秸秆等粗有机物的翻埋问题，日本农林省曾在名大、长野等地进行探讨。从研究结果来看，翻埋秸秆对土壤微生物区系可产生好的影响，翻埋效果的高低因地而异，但是归根结底都对土壤和作物生育有利。秸秆可以代替堆肥等有机肥来保持旱地土壤的生产力⁽⁶⁾。

在保护栽培中大量施用秸秆等有机肥，根据实际情况的分析和验证认为，施用有机物和秸秆回田的时间以种植前15—45天为好。在翻埋时，土壤的水分含量是决定秸秆碳的损失和氮释放的一个临界环境因素，有机氮的矿化也是完全依赖土壤中水分含量。所以，在什么时候翻埋秸秆，按照环境和管理因素都应该有一定的水分含量限度。从秸秆氮的矿化角度来看，一般旱地以持水量60%时翻埋最适合，如持水量超过150%时，秸秆氮的矿化不累积，而从反硝化损失。

四、对作物产量的影响

土壤有机质含量对作物产量有密切关系，作者的玉米试验结果，证明了土壤储存的有效水分与玉米产量明显相关，而土壤有效水分含量又与土壤有机质多少有密切关系。所以，旱地土壤施用作物残茬，土壤有机质含量增加，而玉米产量也相应提高。

英国和印度认为磷酸盐质稻草是上好肥料，特别是混合廉价的碱性磷肥和磷矿粉的效果更好。试验证明：稻草直接回田区的水稻产量为69.6公斤，混合碱性磷肥区的水稻产量为89.3公斤，后者比前者增产18.7公斤。意大利的稻农应用泥炭、堆肥和专门加工的木材残余物，施肥量为20—25公担/公顷，使土壤理化性质得到改善，腐殖质含量得到提高，作物产量显著增加^{(31) (32)}。

从Bradfield的研究报告⁽³³⁾来看，土壤有足够量的肥料，而作物残茬又回田的话，就会维持作物的最高产量。Bramas等也有同样的报告⁽³⁵⁾：认为施用有机物对作物增产的直接作用，不仅是加速呼吸过程，增加细胞透性，刺激作物的生长作用，而且通过生物分解直接供应作物的有效氮、磷、钾，间接改进土壤团粒，增加通气性，维持持水量，从而使作物产量提高。所以，土壤有机质含量与作物产量之间的关系是非常密切的。安藤奖⁽³⁶⁾的试验也证明了连续施用大量的粗有机肥（如厩肥、鲜稻草和绿肥等），土壤理化性质由于腐殖质累积而得到改善，土壤中的无机成分由于螯合作用而有效化，因而糙米产量逐年提高。Yaginura

S.等的研究报告也证实了,旱地土壤应用秸秆提高了土壤的最大田间持水量,特别是在低温、日照不足和多雨的情况下,增

加了马铃薯、甜菜、荞麦和豌豆等的产量,足见秸秆回田和施用有机物,对作物产量的提高是十分明显的。

主要参考文献

1. F. W. Pauli: 《Plant and Soil》, 12(8), 337—349, 1965
2. 熊田恭一等: 《日本土壤肥料科学杂志》, 43(1), 13—20, 1972
3. Toyoaki Tsukada等: 《Soil Sci. and Plant Nutri.》, 12(4), 1—7, 1966
4. J. D. Menzies等: 《Soil Sci. Soc. Amer. Proc.》, 31(4), 495—496, 1967
5. J. Macurra: 《Почвоведение》, № 9, 1974
6. 浅见辉男: 《日本土壤肥料科学杂志》, 42(3), 97—108, 1971
7. 加藤忠司: 《同上》43(10, 11), 357—363, 403—408, 1972
8. G. W. Shyring等: 《Plant and Soil》, 14(2), 289—298, 1966
9. N. R. Dhar: 《Organic Matter & Soil Fertility》, 71—118, 1966
10. J. H. Smith: 《Soil Sci. Soc. Amer. Proc.》, 31(8), 377—379, 1967
11. 小林达治等: 《日本土壤肥料学会演讲集18集》, 1972
12. R. Clifford Cofee等: 《Soil Sci. Soc. Amer. Proc.》28(4), 482—485, 1964
13. Lyle E. Nelson: 《Soil Sci.》115(6), 447—454, 1973
14. A. D. Scott等: 《Soil Sci. Soc. Amer. Proc.》, 31(4), 481—485, 1967
15. A. Promavesi: 《Organic Matter & Soil Fertility》, 18, 1—44, 1968
16. 久保田彻: 《日本土壤肥料科学杂志》, 42(2), 7—11, 1971
17. F. E. Allison: 《Soil Organic Matter & its Role in Crop Production》Chap. 16, 315—345, 1973
18. L. D. Baver: 《Organic Matter & Soil Fertility》, 10, 1—31, 1968
19. Yasuo Takajima: 《Soil Sci. & Plant Nutri.》, 10(5), 14—29, 1964
20. 藤井国博等: 《日本土壤肥料科学杂志》, 43(4), 127—131, 1972
21. Ichiro Yamane等: 《Soil Sci. & Plant Nutri.》, 9(1), 32—36, 1963
22. Z. A. Patrick: 《Soil Sci.》, 111, 13—18, 1971
23. Allison: 《Soil Organic Matter & its Role in Crop Production》, Chap. 18, 360—377, 1973
24. Yasuo Sawade等: 《Soil Sci. & plant Nutri.》, 10(4), 21—27, 1964
25. Purma Chandra等: 《Soil Sci. and plant Nutri.》, 9(2), 17—22, 1963
26. D. S. Jenkinson: 《Soil Sci.》, 111(1), 64—70, 1971
27. F. E. Allison: 《Soil Organic Matter & its Role in Crop Production》, Chap. 20, 399—416, 1973
28. P. B. Hoyt等: 《Soil Sci.》, 119(3), 227—237, 1975

29. L. C. Benz等:《Soil Sci.》, 114(5), 373—379, 1972
30. R. A. Leeper:《Soil Sci.》115(3), 207—212, 1973
31. 弘法健三等:《日本土壤肥料の研究》, 第一集, 养圣堂出版
32. B. Bant等:《Soil Sci. Soc. Amer. Proc.》13, 271—274, 1948
33. R. Bradfield:《Organic Matter & Soil Fertility》, 5, 1—211968
34. 井手一浩:《农业技术》, №8—4, 28, 1973
35. D. L. Brame:《Organic Matter & Soil Fertility》, 2, 1—15, 1968
36. 安藤奖:《农业技术》, 29(2), 1974

林景光

厩肥抑制土壤对过磷酸钙-磷的固定

抑制机制的研究

摘 要

过磷酸钙(SUP)和厩肥(FYM)以1:4的比例预先混合,而后施入一个石灰性的壤土,测定其对 NaHCO_3 溶性磷、石灰势和磷势以及由SUP转变成的各种不同形态磷作用。SUP的施用量计有98, 245, 490, 2453公斤P/公顷。培养时间0—96天。

经过不同培养天数后,过磷酸钙和厩肥预先混合的处理比不混合或单纯施过磷酸钙的处理, NaHCO_3 溶性磷较高,土壤溶液中磷酸钙盐的溶解度亦较高,混合处理的土壤中,铝磷、铁磷和 NH_4Cl 溶性磷都增加,而钙磷则相应地减少。磷酸八钙是所有这些土壤中比较稳定的形态。

应用这些研究结果,联系磷对植物的有效性进行了讨论。

许多田间试验和盆栽试验结果证明,SUP和FYM预先混合增加过磷酸钙中磷对植物的有效性。FYM和SUP混合,SUP颗粒表面包裹以厩肥,降低了土壤成分对磷肥的固定。

在石灰性土壤中,磷肥一般转变成较难溶性的钙磷形态如磷酸二钙、磷酸八钙和磷灰石。有多量有机质存在的土壤中,磷的固定作用降低,不同形态钙磷的溶解度增加。

Larsen报导,有机物使磷灰石的形成降低10%,同时增加新形成的磷灰石的溶解度,同样,在有机物存在的情况下,土壤溶液中磷酸二钙的活度亦较高。Srivastava等人报导,有机物增加SUP对植物的有效性是由于SUP较多地转变为盐胶结合态磷和铝结合态磷。

本研究的目的是,测定土壤中磷势和石灰势,以及磷肥转变成各种形态的磷,从而阐

明威肥和过磷酸钙混合提高磷肥有效性的机制。

试验材料和方法

供试土样为壤土，含10.6%CaCO₃，0.7%有机质，pH8.1，六个月内未曾施过磷肥。土样采回后风干磨细，通过2毫米孔径的筛子。称454克土加不同肥料处理后，放入钵中进行培养。

SUP的施用量分别为98，245，490和2453公斤P/公顷（19.8，49.6，99.1和495.6毫克P/钵）。所有各处理均测定其NaHCO₃溶性磷。施用量为98公斤P/公顷的处理同时测定磷势和石灰势以及土壤中各种不同形态磷，肥料处理分成3种，重复4次。

（I）单纯施用过磷酸钙（SUP处理）

（Ⅰ）SUP和FYM以1：4的比例预先混合，24小时后混入土壤中（预先混合处理）。

（Ⅱ）SUP和FYM以1：4的比例不混合施入土中（不混合处理）。所有各种肥料均与土壤充分混匀后进行培养，培养是在室温和30%的水分含量（75%田间持水量）情况下进行的，培养时间为0—96天。培养时间到达时，即取出土壤在105℃下烘干，磨细，通过20目的筛子，测定（I）NaHCO₃溶性磷，（Ⅰ）磷势和石灰势，（Ⅱ）各级钙磷。

结 果

（一）肥料处理对有效磷（NaHCO₃溶性磷）的影响

不同用量的过磷酸钙施入土中后，开始

24小时有效磷降低很快。以后各培养阶段测定的有效磷仍显著地降低，但速度已很慢。

SUP和FYM预先混合比不混合或单纯施用过磷酸钙的处理，有效磷均较高（表1），

表 1 各培养阶段肥料处理对有效磷的影响

肥料处理	培 养 天 数							
	0 ¹⁾	1	2	4	8	16	48	96
	有 效 磷 ppm							
S 1 ²⁾	32.5	30.0	30.0	27.5	27.5	27.5	24.5	19.5
S 2	67.5	47.5	45.0	42.5	41.2	37.5	32.0	27.5
S 3	140.0	65.0	58.0	57.5	53.7	48.7	40.5	35.0
S 4	537.5	175.0	135.0	122.5	111.0	100.0	65.0	50.0
U 1	40.0	32.5	32.0	28.0	28.0	27.5	27.5	20.0
U 2	81.2	52.0	47.5	47.5	47.5	45.0	40.0	31.2
U 8	150.0	75.0	67.5	65.0	62.5	57.5	52.5	42.0
U 4	612.5	240.0	200.0	200.0	175.0	158.7	100.0	77.5
P 1	47.5	33.7	33.7	30.0	31.2	30.0	30.0	23.7
P 2	110.0	55.0	50.0	50.0	47.5	47.5	46.2	35.0
P 3	160.0	80.0	75.0	67.5	65.0	60.0	56.2	42.5
P 4	675.0	300.0	277.5	268.7	231.0	187.5	127.2	97.5

1) 肥料处理后8小时采的样品。

2) 1、2、3、4符号代表过磷酸钙的施用量,分别为98, 245, 490和2453公斤P/公顷。S代表单纯过磷酸钙, U代表未混合处理, P代表预先混合处理。

所有肥料处理和各培养时间, 这种效果都是一致的。不混合处理比单纯 SUP 处理含有有效磷较高, 但它的增加比预先混合处理要小得多。

(二) 肥料处理对土壤磷势和石灰势的影响

对照(无任何处理的土壤)的石灰势和磷势位于磷酸八钙溶解度曲线之上(图1)。可以设想, 原有土壤中不存在磷酸一钙和磷酸二钙。土壤溶液中溶解的磷主要来自磷酸八钙, 供试土样中比较稳定的磷是磷酸八钙, 因为经过1天培养后, 磷溶解点略在磷酸八钙溶解度曲线之下, 以后直到96天, 磷溶解点不再变动, 说明磷酸八钙并未进一步向磷灰石转化。

即使经过一天培养, 磷肥处理的土壤其作用产物的溶解点在磷酸二钙和磷酸八钙的溶解度曲线之间, 说明施入土中的过磷酸钙很快转变成难溶性形态, 进一步转化为磷酸八钙的作用是缓慢的。即使8天和96天培养后, 作用产物的溶解点仍在磷酸八钙的溶解度曲线之上。但是, 其趋势是转变成磷酸八钙。

各培养时期预先混合处理的作用产物的溶解点比其他处理更接近磷酸二钙的溶解度曲线。因此预先混合处理比其他处理磷的溶解度较高。显然, 预先混合处理降低了可溶性磷转变成难溶性磷的速率。

(三) 磷肥处理对过磷酸钙转变成各种不同形态磷的影响

在本供试土样中, 磷主要成磷酸钙盐的形态存在, 它约占土壤中总磷酸盐的72%, 包裹态磷酸盐占的数量也不小(21%), 而 Fe-Al磷酸盐(5%)和可溶性磷酸盐(2%)则占少量(1天培养的结果计算而得, 图2)。

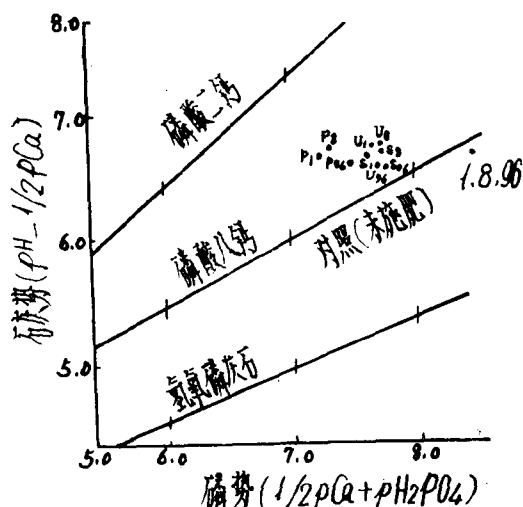


图1 在1、8、96天三个不同培养时期中, 肥料处理(98公斤P/公顷和厩肥)对磷势和石灰势(磷酸盐溶解度)的影响。

U = 不混合处理
P = 预先混合处理
S = 单纯过磷酸钙处理

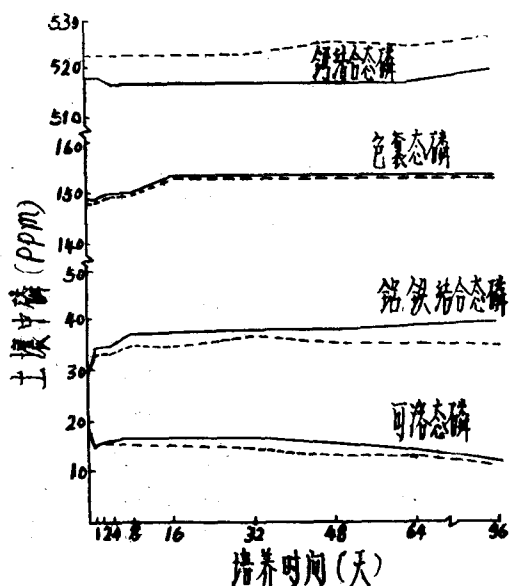


图2 不同培养天数肥料处理(98公斤磷/公顷和厩肥)对各级磷酸盐含量的影响

--- 不混合处理
—— 预先混合处理

各培养时期预先混合处理中的可溶性磷酸盐和Fe-Al磷酸盐比不混合处理为高,磷酸钙的水平则降低了,包裹态磷未受影响。

讨 论

(一) 过磷酸钙转变成比较难溶的磷酸钙盐

本试验结果证明,在石灰性土壤中过磷酸钙很快地转变为比较难溶性的形态。在24小时内,过磷酸钙(以磷酸一钙为主)立即转变为其他形态,其溶解度介于磷酸二钙和磷酸八钙之间,这些形态的磷再进一步转变为更难溶性的形态作用很慢。在供试土样中比较稳定的磷形态似乎是磷酸八钙,因为供试土样中磷酸八钙占优势,即使培养96天后也不转变为磷灰石。但是,在石灰性土壤中磷灰石的形成是可能的,只是很慢。

作者在巴基斯坦石灰性土壤上进行的试验也得到同样的结果,土壤中磷的作用产物位于磷酸八钙溶解度曲线上。Hagin和Hadas报导,对照区土壤磷的溶解度相当于磷酸八钙的溶解度,随着磷肥施用量的增加,磷的溶解度接近于磷酸二钙,但随后又转变为磷酸八钙。其他很多工作者也得到同样的结果。

从上所述,可以认为磷酸八钙是石灰性土壤中重要的中间产物,它可以保持很长的时间而不变为磷灰石。所以,在石灰性土壤中作物生长期间吸收的磷主要来自磷酸八钙或其他较易溶的磷酸钙盐。由于根系环境条件的变化,磷酸八钙比氢氧磷灰石和氟磷灰石更容易进行沉淀作用和溶解作用,以供应作物需要的磷。

(二) 过磷酸钙与厩肥预先混合增加其有效性的机制

本试验结果表明,施用预先和厩肥混合的过磷酸钙增加作物对磷的吸收可能是由于磷溶解度的增加。预先混合处理与不混合处

可以推知,预先混合处理增加了可溶性磷和Fe-Al磷酸盐,相应地减少了磷酸钙盐。

理均较单纯过磷酸钙处理保持较高水平的有效磷,说明磷肥溶解度的增加主要是由于厩肥的存在。厩肥在预先混合处理比不混合处理有较高的效果是因为过磷酸钙肥料颗粒周围有较高浓度的厩肥。

过去的工作表明,厩肥和其他有机化合物增加土壤中磷的溶解度,本试验进一步证明过去的结果,厩肥增加有效磷是由于抑制有效态磷向难溶态磷的转化。多量有机物和有机阴离子的存在增加土壤溶液中磷酸二钙(一种较易溶的Ca-P)的活度。Larsen也指出有机物大大降低氢氧磷灰石的形成,即使形成磷灰石,其结晶粒子较小,磷的溶解度较高。

有机物改变土壤磷平衡使易溶态磷保持较高的水平。有机阴离子如草酸根能从土壤溶液中沉淀钙,增加磷酸钙盐的溶解度。有机物分解放出CO₂可以降低土壤pH,增加石灰性土壤中磷的溶解度。有机物增加土壤微生物的活动,产生有机酸,可以活化磷灰石等难溶性磷。

Srivastava报导,在印度石灰性土壤中有有机物增加磷对植物的有效性,即增加铁结合态磷和铝结合态磷而相应地减少钙结合态磷。本试验也证实这一点,这种结果很难解释,因为有机物与铁铝络合的能力很强,由于这个缘故有机物能增加酸性土壤中磷的有效性。但是,新形成的铁铝磷酸盐有效性很高,在石灰性土壤中作物颇喜吸收这种形态的磷。

史瑞和译自《Soil Science
and Plant Nutrition》
1974,20, №4, 395—401

水田中使用稻草后铵态氮的消长

仲谷纪男等

近年来,水田使用新鲜稻草进行了许多试验工作,但大多是研究稻草施用量和产量构成要素之间的关系。本文主要探讨水田施稻草后,土壤中铵态氮的消长变化情况,并分析稻株地上部的含氮量、变化动态,以此计算水田土壤中实际生成的铵态氮含量。不过,在栽培的水稻田中,从株行间取土,用氯化钾浸提,测定的铵态氮量实际上是残存在土壤中的所谓“吸着气态”,因为水稻连续不断地吸收矿化的铵态氮,所以要准确地测定实际的铵态氮生成量是不容易的。本研究是用培育方法(incubation)处理,比较处理前后的含量,从而计算施用稻草后水田中生成的铵态氮的特点,本文报导这次试验的一些成果。

试验方法

试验地:在九州农试 场东 面 5 号 试验地,耕层厚度12厘米,盐基代换量为20毫克当量/100克干土,总碳为2.7%,总氮为0.22%,从1964~1967年的每年空闲季节施下稻草150公斤、100公斤、50公斤和0公斤/公亩(一公亩约合0.15市亩—译注),稻草切碎成8厘米长。1969年(试验当年)于6月23日施下,每小区面积约 $\frac{1}{4}$ 公亩,重复排列。

耕作栽培:供试品种为(シラヌイ),插秧密度为22.2穴/米²,每穴3株,7月1日插秧,10月28日收割。施肥量(公斤/公亩):N(尿素)为1.4公斤,于6月25日施

基肥(占0.8公斤),7月15日施追肥(占0.2公斤),8月19日施穗肥(占0.4公斤);P₂O₅(熔成磷肥)1公斤;K₂O(氯化钾)1公斤。8月1日~11日排水晒田。最后排水是10月18日,其余时间全部淹水。

铵态氮的分析:用10%的氯化钾溶液,10:1的比例浸提,提取液加入氧化镁,在水蒸气中蒸馏。

培育:从株行间取活土,装入500毫升的广口瓶,加满水,用带橡皮管的塞子通过烧杯,倒放回株行间的土壤中,培育4个星期。另外,用同一处理,在30℃下进行试验。

结果与讨论

表1列举了从株行间土壤中取样的铵态氮含量的变化情况,表中数据如上述,只是表示当时残存在土壤中铵态氮的含量,不能表明其后矿化释放的铵态氮含量。然而,在未施有机质条件下,一般来说,这个数值越大,表明铵态氮生成能力越强,但本试验那么大量地施用稻草,铵态氮由于发生有机化作用,决不符合上述的一般结论。就是说,表1中7月2日和14日在土壤中的铵态氮含量,没有反映到表2列举的水稻吸氮过程中来。因此本试验是为了找到铵态氮随时的变化而进行培育试验,把培育完毕时和取样时的含量之差,作为表示土壤铵态氮的生成能力。测定结果如图所示。图中的负值,表示有机化作用过程占优势,正值表示矿化作用

占优势的时候。图 1 中150、100公斤 / 公亩小区，生长初期（排水晒田之前），在进行培育的土壤中，稻草施用量越大，铵态氮含量越低，而有机化作用也越旺盛；在50公斤 / 公亩小区中，表现出和未施肥区类似的倾

向，铵态氮含量增加，无机化作用占优势。上述各区的植株体内，也反映出铵态氮消长情况，即稻草施用越多，吸氮量越差（表 2）。

表 1 土壤中NH₄-N含量

月、日	稻草施用量 150公斤/公亩	100公斤/公亩	50公斤/公亩	0公斤/公亩
7.2	5.26	4.49	5.56	4.19
7.14	2.88	5.24	4.72	3.97
7.30	3.52	3.39	2.63	1.16
8.11	0.92	0.94	0.78	0.69
8.19	0.52	0.41	0.36	0.31
8.25	1.59	1.32	1.19	1.27
9.5	2.00	1.60	1.31	1.33
9.20	1.16	1.29	0.98	0.83
10.7	0.48	0.52	0.38	0.36
10.18	0.49	0.47	0.45	0.39

表 2 水稻植株吸氮量

月、日 稻草施用量	7.22	8.5	8.19	9.5			11.6		
				茎叶	谷粒	合计	茎叶	谷粒	合计
150公斤/公亩	0.122	0.644	0.808	1.000	0.100	1.100	0.386	0.797	1.183
100	0.125	0.608	0.830	0.918	0.099	1.107	0.384	0.853	1.237
50	0.174	0.684	0.780	0.945	0.098	1.043	0.372	0.831	1.203
0	0.195	0.603	0.771	0.869	0.099	0.968	0.299	0.733	1.032

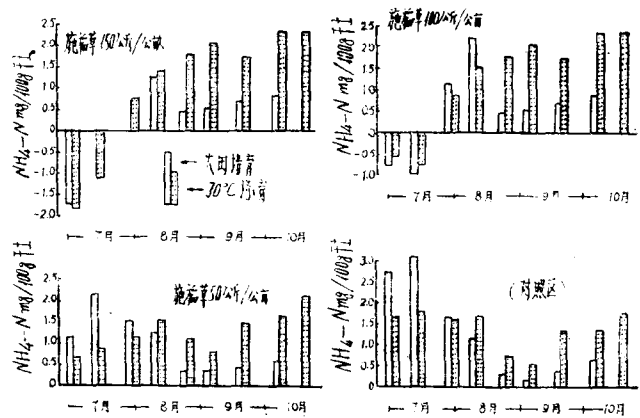


图 1. NH₄-N生成能力