

表4 锌与磷、钾肥搭配施用的效果

项 目	处 理	对 照	磷	锌	锌 + 磷	钾	锌 + 钾	锌 + 磷 + 钾
营养生长期(10/7)取样考苗								
茎长(厘米)		44.7	44.8	51.4	54.5	49.3	53.3	48.5
分枝数		1.6	2.0	2.7	3.0	3.0	3.4	2.9
薯块膨大期(15/9)取样考苗								
地上部鲜重(克/株)		260	305	330	320	330	305	320
薯块重(克/株)		250	275	275	280	300	310	335
收 获 时 考 种								
单 株 薯 块 数		3.1	3.9	3.4	4	3.3	3.4	3.3
各类薯块所占百分 率(%)	大	19.3	11.9	18.9	17.5	21.2	20.9	21.2
	中	41.9	38.5	31.4	35	36.4	29.6	48.5
	小	38.8	43.6	50.7	47.5	42.4	49.5	30.3
薯块折合亩产(斤)		4533	4750	4900	4963	5033	5317	5660
增产率(%)		—	4.8	8.1	9.5	11.0	17.3	24.9

估算水稻、小麦氮肥用量的有关参数的选定

朱 兆 良

(中国科学院南京土壤研究所)

为了提高氮肥的增产效果所应考虑的问题,因氮肥供应水平的不同而异。例如,在氮肥供应水平低时,主要是提高氮肥的利用率。而在氮肥供应充足时,除了提高氮肥的利用率外,确定氮肥的适宜用量也是一个十分重要的问题。对后者来说,最根本的途径是针对不同农业气候区和土壤类型、轮作制度、以及作物的种类和季别,进行多点多年的氮肥用量的田间试验。另一方面,也可以根据为达到一定产量时作物的需氮量,以及土壤的供氮量和氮肥的利用率,对氮肥的施用量作出估算[1,2];对于我国来说,还应当考虑到当季所施用的有机肥料的氮素供应[3]。这种估算方法有助于氮肥用量的田间试验结果在不同条件下的推广应用。下面将对国内有关报告中的一些田间试验结果加以汇集、改算和整理,以提供一些在估算水稻和小麦的氮肥用量时的参数。实际上,在这一方面还有很多问

题有待进一步的研究。

一、水稻和小麦的需氮量

谷类作物的需氮量是根据产量目标,和为生产1吨籽粒在收获时地上部分所需累积的氮量来估算的。相对说来,作物的需氮量是比较容易估算的。表1是每生产1吨籽粒时,水稻和小麦地上部分所需累积氮量的统计结果。从平均值来看,每生产1吨稻谷和麦粒,作物地上部分分别需要累积20公斤和24—29公斤氮,等于或接近于其他报告的数值[4]。表中的数据,在水稻方面,除两个为天津的以外,其余皆为南方稻区的资料。小麦的74个数据中,有53个为北方麦区的资料,其中有6个为春小麦,其余皆为冬小麦。从表1来看,北方麦区每生产1吨小麦地上部分所需累积的氮量似有略高于南方麦区的趋势,6个春小麦的平均数更达到

表 1 每生产 1 吨稻谷、麦粒, 作物地上部分所需累积的氮量(田间试验)

作物	试验地区	产量(吨/公顷)	收获时地上部分累积氮量 (公斤 N/吨籽粒)	参考文献
水稻	天津、江苏、江西、湖南、广西	5.98 ± 1.18	$20.1 \pm 3.1 (n = 79)$	1—8
小麦	内蒙、宁夏、北京、河北、河南、 山西、陕西、山东、江苏	3.76 ± 1.59	$27.5 \pm 4.3 (n = 74)$	9—17
	北 方	3.64 ± 1.85	$28.2 \pm 4.1 (n = 53)$	9—16
	徐 州	—	26.8—27.0	18
	南 京	4.08 ± 0.31	$24.2 \pm 2.8 (n = 21)$	17
	苏 州	—	$24.0 \pm 3.8 (n = 16)$	19
	上 海	5.28 ± 0.32	$26.1 \pm 2.6 (n = 6)$	20

注: 表列数据系平均值±标准差。

参 考 文 献

- (1) 丁颖主编, 1961, 中国水稻栽培学, 368页, 农业出版社, 北京。
- (2) 刘茂林等, 1965, 土壤学报, 13:337—339。
- (3) 苏州地区农科所, 1963, 未刊资料。
- (4) 朱兆良, 1974—1976, 未刊资料。
- (5) 陶其驷等, 1978, 未刊资料。
- (6) 徐景华, 罗盛槐, 1962, 未刊资料。
- (7) 湖南农科所, 1959, 未刊资料。
- (8) 广西农科所, 1963, 土壤肥料科学研究资料汇编, 第2期, 425—434
- (9) 内蒙古农科所, 1963, 同上, 475—485。
- (10) 吴祖堂, 1964, 宁夏农业科学通讯, 第3期, 37—40。
- (11) 陈尚湛等, 1964, 中国农科院土肥所年报, 第4期, 197—201。
- (12) 赵哲权, 刘宗衡, 1962, 未刊资料。
- (13) 陕西农科院土肥所化肥组, 1964, 中国农科院陕西分院1963年科学研究资料汇编(土壤肥料分册), 36—47。
- (14) 马复祥等, 1978, 未刊资料。
- (15) 卓明贵, 1979, 河南土壤学会会刊, 第1期, 83—91。
- (16) 杨理等, 1979, 未刊资料。
- (17) 江苏农科院土肥系, 1959, 未刊资料。
- (18) 蒋仁成, 李德民, 1981, 江苏农业科学, 第3期, 1—7。
- (19) 潘遵清等, 1979, 土壤, 第2期, 55—61。
- (20) 上海农科院土肥所, 1978—1980, 未刊资料。

30.5公斤, 高于北方麦区的平均数。除了属于生长正常者外, 用来进行统计的数据中, 也包括少数无氮区和氮肥用量很低时的结果, 在这种情况下, 每生产1吨籽实收获时地上部分所需累积的氮量比上述平均值少。但是, 另一方面, 统计数据中也包括了氮肥用量较高, 而产量却不高的一些结果, 此时, 计得的每生产1吨籽实收获时地上部分所需累积的氮量则偏高。这两种偏差在汇总统计中, 可以得到部分的抵消, 从而使上述的平均值比较接近于生长正常情况下的需氮量。

二、土壤对当季作物的供氮量

土壤对当季作物所能供应的氮量, 包括当季作物临种前土壤中已经累积的矿质氮量, 和在当季作物生长期间土壤氮素的矿化量。前者对于休闲后种植的作物来说, 具有重要的意义。但是, 在我国南方地区连

续种植作物的轮作制下, 前作收获后残留在土壤中的矿质氮量很少, 土壤对当季作物的供应氮量, 基本上决定于此生长季中土壤氮素的矿化量(其中包括了对前季作物施用的有机肥料的残效)。本文主要讨论这后一种情况。

关于土壤供氮量预测方法的研究, 已经积累了许多文献。但是, 至今仍然缺乏一个令人满意的、通用而简便的方法。本文暂且选用土壤全氮含量作为一个相对指标, 因为它是最常见的土壤分析数据之一。为了从土壤全氮含量估算出土壤对当季作物的供氮量, 需要有一个换算系数。为此, 我们计算了土壤对一季作物的供氮量(以收获时无氮区地上部分累积氮量计)占耕层土壤全氮储量的百分率, 以此作为换算系数, 其数值的大小基本上决定于土壤氮素的矿化系数。兹将换算系数的统计结果列于表2。结果表明, 土壤对作物的供氮量, 因作物的种类和季别的不同而有明显的

表2 收获时无氮区作物地上部分累积氮量(Np)及其占耕层土壤全氮储量(Ns)的百分率(田间试验)

作物	试验地区	Np(公斤N/公顷)	Np/Ns(%)	参考文献
单季晚稻	苏州(夹水型水稻土)	107±11	3.30±0.26 (n=3)	1—3
双季早稻	同上	66.8±14.1	1.83±0.31 (n=7)	4
	苏州(不同土壤)	65.8±11.9	1.94±0.53 (n=9)	5
	浙江(不同土壤)	67.6±18.2	1.88±0.55 (n=24)	6
小麦	徐州(不同土壤)	31.9±5.6	1.95±0.31 (n=7)	7

注:表列数据系平均值±标准差。耕层(0—20厘米),土重以30万斤计。

参考文献

- (1) 刘茂林等, 1965, 土壤学报, 13:337—339。
- (2) 苏州地区农科所, 1963, 未刊资料。
- (3) 陈荣业, 1980, 未刊资料。
- (4) 朱兆良等, 1978, 土壤学报, 15:126—137。

(5) 潘遵潜, 1979, 未刊资料。

(6) 浙江省农科院中心实验室速氮组、浙江省农科院中心实验室、浙江省农科院土肥所, 1964—1974, 科学研究资料汇编, 化学分析部分, 1—14。

(17) 蒋仁成, 李德民, 1981, 江苏农业科学, 第3期 1—7。

差别。例如,在苏州地区的夹水型水稻土上,土壤对单季晚稻所供应的氮量及其占耕层土壤全氮的百分率,远比双季早稻为高。这与前者的生长期长、生长期间的有效积温高有关[5]。因此,应根据作物的种类及其季节,分别进行换算系数的测定。

关于双季早稻,表中三篇报告的平均值非常接近,约为1.9%。因此,我们可以采用此值作为换算系数,由土壤的全氮含量粗略地估计出土壤的供氮量。但是,每个平均值的标准差都比较大,因此,为了提高预测的准确性,还需要考虑到影响土壤氮素矿化的其他因素。对同一类夹水型水稻土来说,表中的数据是在茬口相同、但年份和品种都不相同的情况下得到的,其平均值的变异系数为16.9%。这可能是由于不同年份和不同品种之间,在水稻的全生育期中土壤有效积温的不同所致。例如,在双季早稻中生育期长的品种要比生育期短的品种多生长十多天,耕层土壤的有效积温(日土温扣除15℃)可相差一百多度,而根据1978年在无锡的田间观测,双季早稻在其大田生长期中耕层土壤的有效积温总计为674度[6]。因此,水稻生育期间耕层土壤的有效积温应该是确定换算系数数值的一个参数。目前还缺乏前作为豆科绿肥时土壤对水稻供应氮量的数据,这有待于补充。对于不同类型的水稻土来说,如表2所示,平均值的变异系数还更大一些,对苏州地区和浙江省不同土壤来说,分别达到27.3%和29.3%。这显然与不同类型土壤的氮素矿化特性不同有关。用新鲜土进行的水稻盆栽试验表明,夹水型水稻土的氮素表现矿化系数,比排水条件好的夹水型

水稻土和白土要低得多[7]。因此,按照土壤类型,分别取得换算系数平均值,将可提高预测的准确性。而且,这种作法还可以在很大程度上消除不同土壤之间,因耕层以下土壤的供氮量的不同对预测结果带来的误差。

三、氮肥和有机肥料氮的当季利用率

由于土壤的供氮量是以无氮区作物地上部分累积氮量来计算的,所以在估计氮肥和有机肥料氮的当季利用率时,应当采用差值法得出的田间结果,而不能用¹⁵N示踪法的结果。

在水稻和小麦上,硫酸铵和不同有机肥料氮的当季利用率的统计结果列于表3。

有机肥料氮的当季利用率的田间观测结果为数很少,有待进一步的补充。表中不同有机肥料氮的当季利用率的平均值,都带有比较大的标准差,看来,这与有机肥料本身的质量差别很大有关;至于豆科绿肥,则可能与其种类和压青时期的不同有关。

表3中硫酸铵的氮素利用率大多是在分次施用下的结果,不包括深施的数据。看来,以50%作为其氮素的当季利用率是适宜的。但是,在石灰性土壤上表施时,其利用率将会显著低于此值。此外,如果旱地土壤的墒情不好,或土壤的磷、钾等养分的供应水平低时,由于影响了作物的生长,都会引起氮肥利用率的降低。

硫酸铵和尿素是我国的主要氮肥品种,但是,用差值法测定其氮素利用率的田间结果却不多,收集到的少量数据的统计结果列于表4。硫酸铵在水稻上表施时氮

表 3

硫铵和有机肥料氮的当季利用率(%) (田间试验, 差值法)

作 物	硫 铵	豆 科 绿 肥	厩 肥	堆 肥 和 沤 肥
水 稻	52.6 ± 13.5 (n = 39)	25.3 ± 10.2 (n = 10)	14.7 ± 8.8 (n = 12)	15.0 ± 5.7 (n = 15)
小 麦	50.8 ± 19.3 (n = 31)	—	20.0 ± 11.3 (n = 5)	—

注: 表列数据系平均值 ± 标准差。

参 考 文 献

- (1) 吴祖堂, 薛克俊, 1963, 土壤肥料科学研究资料汇编, 第 2 期, 302—310。
- (2) 吴祖堂, 1964, 宁夏农业科学通讯, 第 3 期, 37—40。
- (3) 陕西农科院土肥所化肥组, 1964, 中国农科院陕西分院 1963 年科学研究资料汇编 (土壤肥料分册), 36—47。
- (4) 陈尚谨等, 1964, 中国农科院土肥所科学研究年报第 4 号, 197—201。
- (5) 刘宗衡, 1964, 中国农报, 第 5 期, 47—49。
- (6) 吴祖堂等, 1964, 宁夏沙城子土肥站肥料室 1964 年试验课题总结汇编。
- (7) 赵哲权, 刘宗衡, 1963, 未刊资料。
- (8) 中国农科院江苏分院土肥系, 1959, 未刊资料。
- (9) 朱兆良, 1974—1976, 未刊资料。

- (10) 苏州地区农科所, 1963, 未刊资料。
- (11) 刘茂林等, 1965, 土壤学报, 13:337—339。
- (12) 辽宁省盘锦农科所, 1975, 盘锦农业科技, 第 6 期, 14。
- (13) 湖北农科所, 1960, 未刊资料。
- (14) 徐景华, 杨祖耀, 1963, 土壤肥料科学研究资料汇编, 第 2 期, 459—468。
- (15) 广西农科所, 1963, 同上, 425—434。
- (16) 扬州专区农科所, 1962 年秋熟作物试验研究总结 (土壤肥料部分)。
- (17) 贾醉公, 1961, 土壤, 第 4 期, 6—13。
- (18) 朱光琪, 1959, 土壤学报, 7:180—189。
- (19) 赵振达, 张金盛, 1979, 土壤通报, 第 4 期, 27—29。
- (20) 刘宗衡等, 1978, 土壤肥料, 第 4 期, 20—22。
- (21) 吴振邦等, 1978, 土壤学报, 15:113—125。

表 4

碳铵和尿素的氮素利用率(%) (田间试验, 差值法)

作 物	施 用 方 法	碳 铵	尿 素
水 稻	表 施	29.5 ± 7.4 (n = 6)	—
	混 施	48.0 ± 8.1 (n = 4)	—
小 麦	播前提早施用和分次施 (非灌溉地)	16.2 ± 7.9 (n = 8)	—
	同 上 (灌溉地)	34.0 ± 15.6 (n = 12)	—
	表 施	—	31.3, 36.8 (n = 2)
	基肥深施和分次施	—	50.4 ± 8.9 (n = 11)

注: 表列数据系平均值 ± 标准差。

参 考 文 献

- (1) 徐州地区农科所, 1974, 土壤肥料, 第 2 期, 33—35。
- (2) 过维钧, 1979, 土壤, 第 1 期, 20—23。
- (3) 吴振邦等, 1978, 土壤学报, 15:113—125。

- (4) 杨建等, 1979, 未刊资料。
- (5) 邓恩忠等, 1981, 甘肃农业科学, 第 1 期, 15—18。
- (6) 蒋仁成, 1980, 江苏农业科学, 第 3 期, 42—46。
- (7) 吴县农科所, 1979, 未刊资料。

素利用率为 29%, 混施时可以提高到 48%。但是, 数据都太少。小麦对碳铵和尿素的氮素利用率数据也只是在石灰性土壤上得到的, 而且, 试验点也很少。在无灌溉条件下, 碳铵的氮素利用率只有 16%, 在灌溉条

件下则可以达到 34%。尿素表施时, 其利用率为 31—37%, 作基肥深施或分次施用时则可以达到 50%。碳铵和尿素粒肥深施是提高其氮素利用率的有效措施, 但是, 用差值法在田间测得的利用率数据也很少。有的

报告指出, 碳铵或尿素粒肥深施时, 大约可比粉肥分次施用或表施时减少三分之一的用量[8,9]①。

考虑到不同地区之间有机肥料的质量和有很大的差别, 而且有机肥料氮的当季利用率还受到水热条件的显著影响, 同时还考虑到氮肥的利用率也受到土壤性质、气候条件、施用技术和田间管理等许多因子的影响, 因此, 针对本地区的情况取得田间条件下用差值法计得的有机肥料和氮肥的平均氮素利用率, 将有助于更准确地估算氮肥的适宜用量。但是, 也应当指出, 如果测得的氮肥利用率显著低于应该达到的数值(例如50%), 则表明在提高氮肥利用率方面还有相当大的潜力, 因而需要对所采取的施肥和田间管理技术加以研究和改进, 以使氮肥的效果得到更好的发挥。至于在此基础上, 进一步提高氮肥利用率的问题, 则不是本文讨论的范围。

① 陈荣业, 1979, 未刊资料。

参考文献

- [1] Parr, J. F., J. Environ. Quality, 2:75—84, 1973.
- [2] Stanford, G., Ibid., 2:159—166, 1973.
- [3] 朱兆良, 我国水稻生产中土壤和肥料氮素的研究。土壤, 第1期, 1—6, 1981。
- [4] 乔生辉, 各种农作物需要氮磷钾的数量。农业科学通讯, 第3期, 93页, 1959。
- [5] 朱兆良、廖先苓、蔡贵信、俞金洲, 苏州地区双三制下土壤养分状况和水稻对肥料的反应。土壤学报, 15:126—137, 1978。
- [6] 朱兆良、陈荣业、徐永福、徐银华、张绍林, 苏州地区平田黄泥土氮素供应过程的特点及其与氮肥施用方法的关系。土壤学报, 16:218—233, 1979。
- [7] 蔡贵信、张绍林、朱兆良, 水稻土的氮素矿化特性及其对氮肥效果的影响。国际水稻土学术讨论会文集, 793—799 1981。
- [8] 吴金桂、姜德仁, 提高尿素化肥利用率的研究。土壤肥料, 第5期, 20—24, 1978。
- [9] 侯传庆, 碳铵粒肥深施对夏熟作物的增产效果。土壤, 第1期, 4—9, 1980。

水稻钾素营养对土壤氧化还原状况的影响

陈际型 杜承林 马茂桐

(中国科学院南京土壤研究所)

当土壤钾素供应能力不同时, 水稻生长和施钾肥效果各异。在缺钾的土壤上, 水稻生长受到影响, 施钾效果明显, 这是土壤钾素水平对水稻影响的一面。这方面的工作已经做得很多。另一方面, 在不同供钾水平下, 土壤本身所受水稻的影响程度, 则研究得很少。

水培试验已经证实, 矿质营养对水稻根际氧化还原过程是有影响的, 完全营养液可以防止需氧微生物的过分繁殖; 缺钾时则培养液中的氧化还原电位显著下降[1,2]。Tanaka等曾报导, 泥炭土种植水稻后, 施钾的土壤溶液Eh较对照为高[3]。在生产实践中各地普遍反映, 在低、湿、冷、烂条件下, 钾肥效果较好, 这可能与施钾后改善了土壤氧化还原条件有关。因此我们在1978与1980年进行了盆栽和大田试验及有关测定。以探讨供钾潜力不同的土壤上, 种稻施钾后对土壤氧化还原状况的影响程度及其原因。

一、材料与方法

试验包括大田与室内二部分, 室内盆栽试验供试土壤有黑泥土、黄泥土及埭土等, 这些土壤的供钾能力

是很不同的。每盆用土量为1.5公斤, 在氮、磷肥充足的基础上设对照和施钾两个处理。每个处理重复八次。选择水稻生长均匀并具有代表性的盆体进行测定。

分别测定了土壤氧化还原电位(Eh)、亚铁、活性还原物质总量[4]、根系氧化力(α -萘胺法[5])。根系组织中的Eh系采用自制的微铂电极直接插入离根冠约一寸处进行多点测定, 测定时铂电极先在待测样中, 预平衡半小时, 以后每测一点平衡2分钟读数。细根(指直径0.4毫米的盐桥不能插入的一部分根系)的结果则为捣碎混匀后测得。植株含铁量采用湿灰化磷钼罗林比色法[6]。大田试验在白土上进行, 小区面积为0.5分, 设对照和施钾两处理, 重复三次, 测定方法与盆栽相同。供试水稻品种: 盆栽试验为杂优2号和6号; 大田试验为松梗6号。

二、结果与讨论

1. 钾素营养对土壤氧化还原状况的影响

表1结果表明, 钾素营养对土壤Eh的影响随土壤钾素潜力不同而异。在潜力低的黑泥土和黄泥土上, 钾