

滨海盐土中钾素动态变化的研究^{*}

刘荣根 吴梅菊 陆凤鸣 房金钺

(江苏省大丰市农业局土肥站 大丰 224100)

摘 要 滨海盐土原为供钾能力较高的土壤类型,但由于高产喜钾作物的推广,雨水造成的损失以及钾素投入少等原因,土壤中有效钾含量不断下降,大丰市缺钾面积迅速扩大,成为作物优质高产的限制因子。研究表明:秸草还田、施用无机钾肥及其他农业措施有利于土壤中钾素的平衡和作物高产。

关键词 滨海盐土; 缺钾; 维持措施

大丰市位于江苏省中部,东临黄海,南北长约 63km,东西宽约 44km,海岸线长 109km,土壤母质有 3 种类型,王港河以南为江、淮冲积物,王港河以北为黄、淮冲积物,串场河以西为湖相沉积物,属滨海盐土地区。

70 年代对江苏省主要土壤供钾能力的研究表明,滨海盐土属于供钾能力高的土壤类型之一^[1],近 10 年来,随着氮素化肥用量的急剧增加,高产喜钾作物的大面积推广和产量的提高,土壤速效钾含量急剧下降,大部分作物施钾有效,棉花等经济作物施用钾肥已成为主要的增产措施之一。因此研究土壤钾素动态变化和维持土壤钾素平衡的途径对大丰市农业持续发展具有重要意义。

1 农田土壤的钾素含量与区域分布

在 1982 年全国第二次土壤普查中,大丰市采集样品 1153 个,测定了土壤钾素和其他养分的含量。其后大丰市设立 6 个监测点,定期采样分析(表 1)。1994 年又进行了耕层养分概查,采集、分析典型样品 154 个。结果表明,土壤中速效钾呈明显的下降趋势,农田土壤的钾素亏缺日趋严重。1994 年与 1982 年相比下降了 35.6mgkg^{-1} (本文中除特别说明外均以 K 表示),即由 1982 年的 170mgkg^{-1} ($n=1153$)降至 134.4mgkg^{-1} ($n=154$),平均每年降低了 3.0mgkg^{-1} 。低于 100mgkg^{-1} 的农田面积全市达到 33333.3hm^2 ,较 1982 年扩大 27666.67hm^2 ,若以 100mgkg^{-1} 作为严重缺钾的指标,则全市 12 年中严重缺钾面积扩大了 5.9 倍,严重缺钾的农田占总面积的 40%。

表 1 肥力监测点土壤速效钾的变化(平均值, $n=6$)

| 年 份 | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 速效钾 (mg/kg) | 183 | 193 | 189 | 184 | 144 | 132 | 134 | 145 |

统计结果表明,大丰市南部(地面真高在 3.7—4.2m 之间)土壤速效钾含量低,北部(地面

* 本文承蒙中国科学院南京土壤研究所杜承林副研究员指正,特此致谢。

真高约 2m)土壤速效钾含量高,呈明显的地带性分布。

在大丰市江界河和斗龙港河流域,土壤速效钾含量(y)与河流间跨度(x,离河流源点相同距离的连线)呈正相关($y=42.90+2.533x, r=0.946^{**}, n=5$),当河流宽度由 5.6km 逐渐增加到 48km 时,土壤速效钾含量由 55mgkg^{-1} (平均)增加到 141.4mgkg^{-1} ,即土壤缺钾程度随河流宽度增大而减轻。

根据大丰市土壤中速效钾含量和主要作物对钾素反应,土壤供钾能力大致划分为从“严重缺钾”到“不缺钾”四级(表 2),可作为钾肥施用的依据。

在影响土壤钾素含量的诸多因素中,除成土时间、有机质含量、熟化程度、种植制度外,土壤母质和粘粒含量是最主要的。质地轻的江淮冲积物和先海相后湖相母质发育的土壤是缺钾最严重的土壤,是当前钾肥施用的重点地区,尤其是在种植需钾多的棉花、水稻等作物时更应增加钾肥用量。

表 2 大丰市土壤供钾能力与分布

| 代号 | 供钾等级 | 速效钾含量 (mg/kg) | 分 布 | |
|-----|------|------------------|-----------|-------------------------------|
| | | | 地 区 | 主 要 乡 (镇) |
| I | 严重缺钾 | <100 | 大丰市南部 | 洋心洼,三渣,沈灶,大桥,草堰,潘墩,草庙和万盈南部等乡镇 |
| II | 缺钾 | 100—120 | 北部 I 类区 | 白驹,小海,刘庄南部,万盈中北部,草庙北部等乡镇 |
| III | 潜在缺钾 | 120—150 | 北部 II 类区 | 刘庄中部,南团南部,万盈北部,南团南部,通商南部 |
| IV | 富钾 | >150 | 北部 III 类区 | 三龙,丰富,斗龙,金墩,方强等 |

2 土壤速效钾下降的主要原因

土壤速效钾含量不断下降,缺钾农田面积迅速扩展,据我们研究,与下列因素有关。

2.1 随水淋失

滨海盐土地地区,河流纵横交错,为改土洗盐、加快土壤的脱盐过程,通常均采用大水冲洗,有条件的地区种稻洗盐,然而,在洗盐过程中,大量的钾也随水流失,这是土壤速效钾损失的重要原因,特别是粘粒含量低、砂性重、吸持 K^+ 能力低的那些土壤,如果地面高差大,水流速度快,暴雨灾害频繁的年份,损失更为严重。

1991 年大丰市遭受百年未遇的特大洪涝灾害,全市 82666.67hm^2 农田积水,深度 30—100cm。在此期间,农田多次进水出水或较长时间被水淹没,最严重的被淹没 20 多天。根据灾后(1991 年 8—10 月)调查测定结果与 1990 年 8 月份对应点的测定结果比较,土壤耕层速效钾年下降达 11mgkg^{-1} ,因此,洪涝灾害对土壤速效钾也有重要影响。

2.2 种植高钾作物

水稻和薄荷是两大高钾作物。大丰市斗龙港以西的 13 个乡镇,每年种水稻 15333.3hm^2 ,占耕地面积的 44.5%,水稻稻草中含钾量(K_2O)2.7%,为麦秸秆含钾量的 3 倍多。亩产 500kg 稻谷的田块,如稻草归还率 50%,则每亩每季带走的钾素折氯化钾 11.25kg,每年施用有机肥折氯化钾 6.14kg,种一季水稻,每亩亏缺 5.11kg 氯化钾,如果考虑长期灌水而引起的随水淋失的钾,则亏缺更多。薄荷秸秆(干基)含氧化钾 1.23%,每亩每季薄荷刈割二茬鲜秸草约 2000kg,理论计算带走氧化钾约 15kg,按归还率 50% 计算,每季每亩亏缺 7.5kg 氧化钾。

此外每亩的鲜草薄荷提炼成油,需2亩生产的麦秸作燃料,导致种植薄荷地区秸草归还总量的减少,土壤钾素的下降速度也较快。如大丰市潘墩镇江东村种前土壤速效钾为 125mgkg^{-1} ,种3年为 70mgkg^{-1} ,种5年的只有 54mgkg^{-1} ,该镇土壤由基本不缺钾变为缺钾和严重缺钾。另据王港河以南植薄荷的5个乡镇土壤钾素概查结果表明,年递减值为 $8.1-11.1\text{mgkg}^{-1}$ (表3),年平均 10.2mgkg^{-1} ,比全市递减均值 6.2mgkg^{-1} 超出 4mgkg^{-1} ,下降率增加64.7%。

表3 种薄荷对土壤速效钾含量的影响

| 乡 镇 | 薄荷面积(hm^2) | | 土壤速效钾(mgkg^{-1}) | | 年递减值 |
|----------------|-----------------------|-------|-----------------------------|-------|------|
| | 1982年 | 1990年 | 1982年 | 1990年 | |
| 潘墩 | 8.8 | 24.9 | 150 | 63 | 10.9 |
| 大桥 | 0 | 6.9 | 160 | 73 | 10.9 |
| 川东 | 0.3 | 101.8 | 172 | 85 | 10.8 |
| 草庙 | 1.1 | 74.8 | 183 | 94 | 11.1 |
| 万盈 | 0 | 8.7 | 178 | 113 | 8.1 |
| 五乡镇 \bar{x} | 1.9 | 41.0 | 169 | 87 | 10.2 |
| 29乡镇 \bar{x} | 1.2 | 8.5 | 170 | 121 | 6.2 |

2.3 施肥不平衡

大丰市8年(1982-1990)中每年投入氮肥(标)为 $(8-12) \times 10^7\text{kg}$,磷肥(标)为 $(3-4) \times 10^7\text{kg}$,而钾肥1982年只有 $1.2 \times 10^5\text{kg}$,1990年只有 $5 \times 10^5\text{kg}$,肥料投入比例(1983年 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$)只有 $1:0.36:0.01$,可见化学钾肥投放量极少也是土壤速效钾迅速下降的重要原因之一。相反注重钾肥的投入可减缓土壤速效钾的下降速度,如洋心洼乡和三渣乡年平均投入钾肥约 $2.5 \times 10^5\text{kg}$,土壤速效钾含量年递减值为 0.64mgkg^{-1} 和 1.85mgkg^{-1} ,而相邻的草堰镇年递减值(8.85mgkg^{-1})则是前者的13.8倍、4.8倍(表4)。

表4 施用化学钾肥对速效钾含量的影响(1982-1990年)

| 乡 镇 | 粮棉产量(t) | | 土壤速效钾(mg/kg) | | 施用钾肥量(t) | 年递减值(mg/kg) | 耕地面积(hm^2) |
|-----|---------|-------|-------------------------|-----|----------|------------------------|-----------------------|
| | 粮食 | 棉花 | 82年 | 90年 | | | |
| 洋心洼 | 17830 | 945.7 | 123 | 118 | 1200 | 0.64 | 2720 |
| 三渣 | 14595 | 923.2 | 104 | 89 | 800 | 1.85 | 2233 |
| 草堰 | 17480 | 966.3 | 146 | 75 | 650 | 8.85 | 3893 |

3 减缓钾素亏缺的措施

3.1 推广秸秆还田

钾肥资源紧缺,因而秸秆还田和增施有机肥,是补充土壤钾素最直接的有效办法。据统计,全市秸秆还田已达到 $2.3 \times 10^8\text{kg}$,若按含钾量(K_2O)为1.2%计算,每年归还土壤的氧化钾达到2760吨,据我们试验,麦秸回铺棉行前(6月15日)土壤速效钾为 191.5mgkg^{-1} ,2个月后(8月15日)测定土壤速效钾含量提高到 224mgkg^{-1} ,增加 32.5mgkg^{-1} 。稻草回铺麦田,在麦收后采土化验,土壤中的速效钾含量(y)与稻草施用量(x)呈正相关($y = 271.04 + 0.3694X$, $n = 6$, $r = 0.9941^{**}$),即稻草多覆盖 50kg/亩 ,麦收时土壤中速效钾含量增加 18.5mgkg^{-1} ,麦子增产11.1%。据分析,秸秆还田除带入钾以外,还能减少土壤钾随水淋失,尤其是大雨时地面径流损失。

3.2 增加钾肥投入

无机钾肥的投放与土壤钾素关系密切,据我们在潘徽镇东套九组调查,该组每亩施氯化钾6.55kg,在棉花采摘期土壤速效钾为85mgkg⁻¹,(1995年9月10日),比补钾前78mgkg⁻¹提高7mgkg⁻¹,增加9%。

另据大丰市6个肥力观察点的统计结果,1994年至1996年3年中,每亩钾肥用量由0增至5.92kg时,土壤中的速效钾由122mgkg⁻¹提高132.5mgkg⁻¹(表5),表明施用钾肥不仅能维持速效钾含量,而且还能提高土壤速效钾含量,显示了化学钾肥在土壤钾素平衡中的重要性。

3.3 改进利用绿肥和棉秆的方法

由于大丰市种植棉花面积大、土壤钾素下降快和有机肥的用量减少等,因此,应尽量利用冬季空闲地和沟边、路边,种植蚕豆等冬绿肥。蚕豆生长期间,正值土壤缓效钾逐渐释放时期,通过蚕豆的吸收并富集土壤中的钾,次年用作棉花的肥料,它不仅有利土壤速效钾的提高,并相应提高棉花的产量,这种效果的大小又与施用方法有关。据试验,用蚕豆鲜茎叶刈碎铺在棉花行间较埋青效果好(表6)。其原因在于鲜蚕豆茎叶在温度较高的5—7月极易腐烂,其中的钾很快转化为土壤速效钾或被棉花直接吸收利用,从而影响土壤钾素含量与棉花的钾素营养状况。

在棉花生长和发育过程中,需要持续供应充足钾素。据报道,棉花吸收的钾以棉铃壳最高,叶片和茎秆次之,种子最低⁽²⁾,这部分钾源如何再利用十分重要。大丰市植棉面积40000hm²以上,以往籽棉采摘后随即拔秆作燃料,通过连续多年的试验证明,在棉花采摘完之后,将棉秆保留在田中一个月左右(不影响冬季作物生长和土地利用),利用冬季降雨和钾在植物中的移动性,使大部分钾再度回到棉田中。据测定,由11月25日的219mgkg⁻¹提高到12月27日的234mgkg⁻¹,增加15mgkg⁻¹,在这一个月中,土壤缓效钾有可能释放转化为速效钾,但棉秆中的钾返回土壤是速效钾提高的重要原因,类似结果我们在麦秸、蚕豆的覆盖试验中已得到充分证明⁽³⁻⁵⁾。

表5 施用钾肥对土壤速效钾的影响

| 年份 | 施钾量 (kg/亩) | 速效钾 (mgkg ⁻¹) | 增 加 | |
|------|---------------|------------------------------|-----------------------|-----|
| | | | (mgkg ⁻¹) | (%) |
| 1994 | 0 | 122 | — | — |
| 1995 | 3.82 | 125 | 3 | 2.5 |
| 1996 | 5.92 | 133 | 11 | 8.6 |

表6 绿肥(蚕豆)不同利用方法
对土壤速效钾与棉花产量的影响*

| 处理 | 速效钾 | | 棉花增产(%) | |
|-----|----------------|--------------|---------|-------|
| | 含 量 (mg/kg) | 较对照 增加(%) | 较对照 | 较埋青 |
| 覆 盖 | 361.5 | 186.8 | 123.3 | 107.7 |
| 埋 青 | 239.5 | 122.8 | 114.5 | 100 |
| 对 照 | 193.5 | 100.0 | 100.0 | — |

* 埋青时间:1991年4月26日,测定时间:1991年8月1日

参 考 文 献

- 1 张效朴,杜承林等.江苏省土壤钾素的供应能力与钾肥施用问题.土壤学报,1978,15(1):61-73
- 2 R D 芒森主编.农业中的钾.科学出版社,1995,673-689
- 3 陆凤鸣,刘荣根等.麦秸铺田后养分变化规律的初步探讨.江苏农业科技,1991,(3):43-44
- 4 刘荣根,陆凤鸣等.麦田盖草对土壤养分杂草防除及大麦产量的效应.江苏农业科技,1993,(1):36-38
- 5 刘荣根,陆凤鸣等.蚕豆绿肥覆盖棉田效应的初步研究.土壤肥料文集,农业出版社,1992,178-180