

309-312, 321
(6)

棉花氮磷营养的根际效应

郭朝晖

黄子蔚

(湖南农业大学资环学院农业资源系 长沙 410128) (中科院新疆生态与地理研究所)

S562.06

摘 要 本文在自行设计、可供全生育期应用的根际培养箱中,成功地进行了对主根系作物棉花根际土壤中速效NP养分变化及其根际效应研究。结果表明,在新疆特定的自然条件下,棉株对土壤有效N吸收的影响范围为距根10mm左右;对土壤速效P吸收的影响范围为距根3mm左右;明显的根际互促效应为生产施肥提供了科学依据。

关键词 根际培养箱;氮磷营养;根际效应;棉花;新疆

根际微域环境的营养研究是探索土壤养分—植物根系间的相互作用和养分的运移规律,旨在调节根际营养环境,提高作物对土壤中潜在养分的利用。近年来就小麦、玉米、油菜、水稻、番茄等作物根际微域的N、P、K、Fe、Mn、Zn等营养元素状况及胁迫效应进行了广泛的研究,并取得了很多成果^[1-5,7]。棉花根际微域环境的营养状况许曼丽、刘芷宇等曾就其K营养进行了深入的研究^[6],而对其根际N、P营养及其根际效应则报道不多。本文旨在通过自行设计的根际培养箱来研究在新疆特定的自然条件下,棉花NP营养的根际效应。

1 材料和方法

1.1 供试作物和土壤

供试作物为棉花“新陆早一号”;供试土壤为新疆玛纳斯棉区的灌耕灰漠土,其基本理化性状见表1。

表1 灌耕灰漠土基本理化性状表

全N	全P	全K	有机质	有效N	速效P	速效K	CEC值	pH
g/kg				mg/kg			cmol/kg	(液土比为2.5:1)
0.78	0.83	17.26	14.14	74.68	7.39	176	11.23	8.21

1.2 根际培养箱设计

以前人根际试验设备为基础^[8,9],自行设计培养箱,它分为内外室两部分。内室上端开口,规格为21.5×2×25cm,两个主要正面均有一层300目的尼龙筛网;其中一面紧贴在一块0.4cm厚,上底26cm,下底22cm,高26cm的梯形塑料(PVC)板上,使培养内外室土壤易于分离;另一正面尼龙筛网则起半透膜作用,使养分、水分易于透过,而根系则限制在内室生长。培养箱外室使用一般的硬质塑料桶,用于盛盆栽土壤、支撑培养内室和防漏水漏肥等,试验前在底部铺一层1~2cm厚的砾石。

1.3 试验设计

试验共设5个处理,依次为:处理1(CK,不施肥)、处理2(施尿素)、处理3(施过磷酸钙)、处理4(施尿素和过磷酸钙)、处理5(施尿素、过磷酸钙和硫酸钾),每个处理6个重复,每盆盛土10kg,肥料用量相同:CO(NH₂)₂ 2.313g、Ca(H₂PO₄)₂ 1.468g、K₂SO₄ 1.222g。将

各处理肥料与土壤混匀后,填入根际培养箱内外室中,移栽4株棉苗,待棉苗成活后即及时间苗,最后每培养箱留下一株大小基本一致、生长茁壮的棉苗。

1.4 根际取样及测试方法

为获取棉花根际N、P微域分布的动态变化和不同肥料作用下的空间效应,分别在培养55天和85天,于蕾期和花铃期对根际土和非根际土进行薄层取样,依次为1mm、3mm、5mm、10mm、15mm;同时对棉株亦进行取样分析。棉株N、P、K采用YL-8960型NPK低温联合消解仪消解;全N用碱解蒸馏法,全P采用钒钼黄比色法,全K采用火焰光度法;土壤全量N、P、K亦采用YL-8960型NPK低温联合消解仪消解;全N用碱解蒸馏法,全P采用钼锑抗比色法,全K采用火焰光度法。土壤有机质采用 $K_2Cr_2O_7$ 容量法,有效N采用铁锌粉还原-碱解蒸馏法,速效P采用0.5mol/L的 $NaHCO_3$ 溶液浸提-钼锑抗比色法,速效K采用1mol/L NH_4Ac 溶液浸提-火焰光度法,土壤CEC值采用EDTA- NH_4Ac 快速法。

2 结果与讨论

2.1 棉花根际有效氮的空间变异

通过对棉花花铃期根际有效氮的测定,其有效氮空间变异可以从图1中反映出来。

首先,施N与未施N处理间形成了巨大的差值,表现出极显著水平。N肥的施入,大大提高了土壤有效氮水平和土壤N库容量;未施N的CK和处理3与基础土壤含N量(74.68mg/kg)相比,均显示了明显的耗竭。由此说明:供以适量的N肥,才能维持土壤N库容、有效地供给作物N素营养,获取农业生产的丰收。从图1来看,各处理施肥不同,从而表现出了肥料间的互

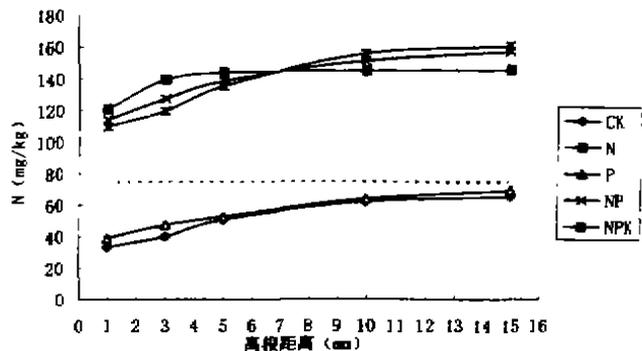


图1 花铃期棉花根际有效氮空间变异曲线图

促效应和肥料在土壤中平衡调节作用。在未施N的CK和处理3土壤有效N空间变异情况中,虽其有效N几乎保持同一水平,但处理3由于P肥的施入,不但促进植物更多地从土壤养分库中吸收有效氮,同时也激活了土壤中N库容,表现出了土壤有效N含量比CK高18.9个百分点(以距根3mm处为例)的激活效应来;对施N的三个处理,处理2仅施N肥,其有效N水平稍低于处理4(NP)与处理5(NPK)。处理4和处理5由于N、P肥的配施,显现出了N、P的交互促进和激活作用,一方面表现为距根5mm内有效N利用率较处理2提高,另一方面土壤有效氮整体水平有了较大提高,从距根5mm处开始均高出单施N的处理2,在距根10mm处基本达到激活效应的最高水平。这无疑说明:无论是从提高化肥利用率还是从土壤环境质量角度来看,肥料配施都是不容忽视的主导措施。

从图1还可看出,由于植物根系对土壤有效N的吸收和利用,从而使得根际微域有效N呈亏缺状况,表现出距根10mm土壤有效N水平低于其他各土壤;而各处理有效N的变

化范围均在离根面 10mm 左右,同时以离根面 1mm 土壤有效 N 水平为最低,表明根际有效 N 的明显亏缺以离根面 1mm 处最为强烈。

2.2 棉花根际速效磷的空间变异

土壤中的 P 易被土壤吸附或发生化学变化而被固定,可溶性 P 在土壤中的变化趋向是研究土壤磷素转化的重点,土壤中速效 P 水平可较准确地反应出土壤对棉株的供 P 能力。将棉花蕾期和花铃期根际速效 P 的变化结果列于图 2 和图 3 中,从中可以看出:①磷肥的施入使土壤速效 P 水平相当高,与未施 P 处理相比,均达极显著水平,说明施 P 是迅速提高土壤速效 P 含量和促进植物吸 P 量增加不可替代的措施;②由于施 N 的影响,激活了土壤中 P 的活性,不仅大大增加了植株对 N 素的吸收而且使棉株吸 P 量也增多,从而使速效 P 含量比 CK 稍高;在花铃期距根 1mm 处,处理 2(施尿素)与 CK 比,达显著水平;③因为 P 易被土壤吸附或产生化学固定,故棉株根的生长活动,只能对其周围十分有限范围的土壤有效 P 产生影响,各处理对土壤速效 P 的耗竭影响都在距根 3~5mm 的范围内,其中较强烈耗竭区大约只有 3mm;④图中也可以看出施入不同种类和比例的肥料,对 P 的利用产生了明显的影响,其原因是使各处理的土壤环境如 pH 值、养分元素、微生物种群和数量等发生变化,这充分说明不同的肥料组合搭配施用大大影响了 P 的利用率,施用可溶性 P 肥不但增加了土壤 P 库容,更重要的是保持和提高了土壤中速效 P 的含量。

2.3 棉花氮磷营养与根际效应

为进一步阐明土壤中 N、P 的交互促进作用,从棉株生理上的反应和根际 N、P 效应进行讨论。

棉花蕾期和花铃期棉株体内总 N、P 含量见柱状图 4,从中可以看出:由于单施 N 肥,特别是 N、P 配合或 N、P、K 配合的处理,与对照 CK 相比,棉株体内 N 总量有明显提高,表现出棉株对 N 有较多的吸收利用,但单施 P 肥对棉株体内的增 N 效应则

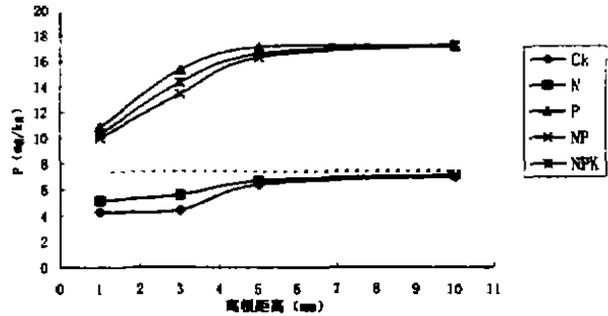


图 2 蕾期棉花根际速效磷空间变异曲线图

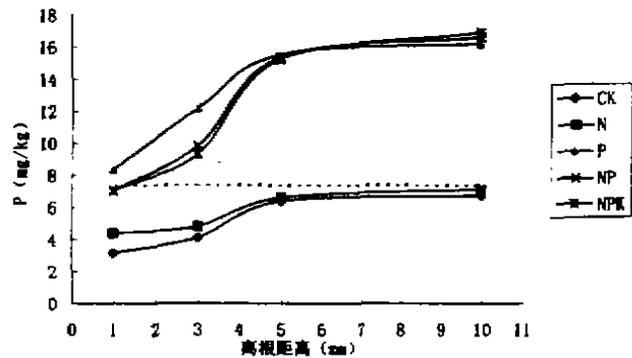


图 3 花铃期棉花根际速效磷空间变异曲线图

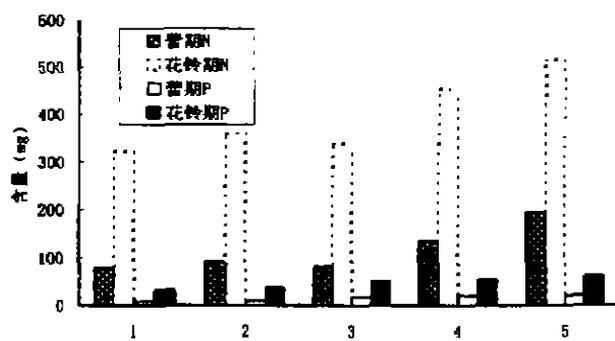


图 4 不同生育期棉花体内 N、P 含量图

要差一些。以距根 15mm 处的养分含量代表土壤速效养分水平,计算各处理在根际 1mm 的养分含量情况,同样可以说明问题。由于土壤速效 N 水平不高,导致未施 N 的 CK 和处理 3 根际 1mm 处土壤速效 N 亏缺率分别达到 45.9% 和 43.8%,而处理 2、4、5 由于 N 肥施入,大大提高了土壤的 N 库容和有效 N 含量,使根际的亏缺矛盾趋于缓和,其含量与 CK 相比均达极显著水平。在处理 4、5 中,由于肥料配施产生相互促进所导致的“以 P 增 N”作用却十分显著,在 N、P 基础上增施 K 肥,肥料间的交互促进效果更加明显,棉株体内蓄积的 N 量大大提高,表明施 K 对 N 的吸收利用有非常明显的激活效果。

从根际 1mm 处土壤速效 P 的亏缺情况同样可以说明棉株体内的总 P 量和根际土壤速效 P 的关系,到花铃期根际 P 亏缺率远大于蕾期。在处理 4 和 5 中,尽管非根际土壤速效 P 水平较高,但根际 1mm 土壤速效 P 的亏缺率已达到 57.6% 和 58.4%,一方面是由于 NP 互促进作用棉株体内 P 的大量积累,根际速效 P 被耗竭;另一方面是由于供试土壤为弱碱性土壤,P 移动性差而易被固定下来,这与前人的研究结果是一致的^[10]。比较 CK 和处理 2,处理 2 蕾期根际 1mm 土壤速效 P 亏缺率仅为 28%,可能是由于处理 2 大量 N 肥施入,N 利用较少,从而导致有足够的 N 素维持大量微生物的活动,使之产生大量分泌物导致根际酸度稍高而引起速效 P 水平比 CK 稍高的缘故,从棉株生理上的反应即棉株总 P 量比 CK 稍高也可以说明这一点。

以上结果表明,NP 互促效应一方面反映在植株对 N、P 的吸收上,使得棉株体内的总 N、P 量增加,同时又影响着根际土壤的养分动态,可以认为施 N 肥对土壤速效 P 起激活作用,而 N、P 肥配施则对 N、P 的吸收有明显的互促效果。

3 小结

1,在前人基础上自行设计的根际营养培养箱,比较理想的解决了根际营养研究的取样、原位测定、土壤通气透水性能等问题。

2,从蕾期和花铃期根际 NP 营养变化的研究表明:棉花根系对土壤中有效 N 吸收的影响范围大致为 10mm;对土壤速效 P 吸收的影响范围为 3mm 左右。

3,通过对不同生育期棉株体内 N、P 含量和根际 1mm 土壤有效 N 和速效 P 亏缺率的分析表明:从 CK 来看,棉株在各生育期内需要大量的 N、P 营养,由于未施 N、P 肥,从而导致根际 1mm 土壤的有效 N 和速效 P 几乎有一半被作物所利用,与相同条件下小麦根际 N、P 营养变化动态的定性结果基本一致^[4];由于 N 肥的施用,根际 1mm 土壤有效 N 亏缺率迅速下降,单施 N 肥的处理 2 亏缺率低些,表现出根际 1mm 土壤保持了相对高的有效 N 水平。同时,由于 N 充足,有利于微生物活动,分泌大量酸性分泌物导致处理 2 根际 1mm 土壤速效 P 亏缺率低些;尽管 P 的移动性差,处理 3 由于施入大量的 P 肥,根际 1mm 土壤速效 P 水平较高,大大促进了处理 3 棉株体内 P 含量的积累;N、P 肥(N、P、K 肥)配施,不仅大大提高了根际土和非根际土中速效养分的水平和作物体内 N、P 的蓄积量,同时也大大促进了棉株根系对根际 N、P 的吸收利用和根际土中速效养分的利用率,表明“以 P 增 N”、NP 互促进作用必须通过合理肥料配施才能达到理想的效果。

(下转第 321 页)

