

施用腐殖酸对提高玉米氮肥利用率的研究*

陈振德 何金明 李祥云 陈建美

(青岛市农业科学研究院 青岛 266100)

摘要 试验研究腐殖酸与尿素配合施用对玉米养分吸收、产量与 N 肥利用率的影响结果表明,腐殖酸能明显促进玉米植株对 N、P、K 养分的吸收,滞留在茎叶的 N 和 K_2O 明显增加。在尿素中添加腐殖酸能明显提高玉米产量和 N 肥利用率。在尿素中添加 10% 的腐殖酸玉米产量和 N 肥利用率综合效果较好。

关键词 腐殖酸 玉米 N 肥利用率 养分吸收 产量

Studies on increasing N utilizing efficiency in maize by applying humic acid .CHEN Zhen-De, HE Jin-Ming, LI Xiang-Yun, CHEN Jian-Mei(Qingdao Institute of Agricultural Sciences, Qingdao 266100, China), *CJEA*, 2007, 15(1):52~54

Abstract Effects of applying urea mixed with humic acid on nutrient absorption, yield and N utilizing rate in maize were studied. The results indicate that the humic acid can obviously promote the absorption of nitrogen, phosphorus and potassium by maize plants with an obvious increase of the contents of nitrogen and potassium oxide in the stem and leaves of maize plants. Humic acid added in urea can evidently increase grain yield and N utilizing rate of maize. According to the yield and N utilizing rate of maize, 10% humic acid added in urea is better than other treatments in comprehensive effects.

Key words Humic acid, Maize, N utilizing rate, Nutrient absorption, Yield

(Received May 28, 2005; revised July 31, 2005)

腐殖酸是天然有机物,含有羟基、羧基和酚羟基等活性基团。这些活性基团决定了腐殖酸具有较强的离子交换能力和吸附能力,具有络合和缓冲作用。本试验研究了在尿素中添加腐殖酸对玉米养分吸收、产量和 N 肥利用率的影响,以期探讨腐殖酸在提高尿素利用率上的可行性。

1 试验材料与方法

试验在山东省胶州市胶北镇前七城村砂姜黑土上进行,供试玉米杂交种为“掖单 2 号”,土壤有机质含量 13.5g/kg,碱解氮 64.9 μ g/g,有效磷 11.5 μ g/g,速效钾 67.7 μ g/g。在施 $ZnSO_4$ 7.5kg/hm² 基础上,试验设 PK 区(对照,CK I),每 hm² 施用 N 0kg + P₂O₅ 150kg + K₂O 225kg, P、K 肥用作基肥;NPK 区(对照,CK II),每 hm² 施用 N 300kg + P₂O₅ 150kg + K₂O 225kg, N 肥的 60% 作追肥(拔节期 1/3,大喇叭口期 2/3),其余 40% N 肥和 P、K 肥用作基肥;处理 I,每 hm² 施用 N 300kg + P₂O₅ 150kg + K₂O 225kg + 5% 腐殖酸(处理 I~III 中腐殖酸所占比例是指腐殖酸占尿素用量的百分比),施肥比例与方法同 CK II;处理 II,每 hm² 施用 N 300kg + P₂O₅ 150kg + K₂O 225kg + 10% 腐殖酸,施肥比例与方法同 CK II;处理 III,每 hm² 施用 N 300kg + P₂O₅ 150kg + K₂O 225kg + 15% 腐殖酸,施肥比例与方法同 CK II。本试验所用 N 肥品种为尿素, P 肥品种为过磷酸钙, K 肥品种为氯化钾。田间管理各处理小区一致。小区面积 20m²,每处理重复 3 次。在玉米成熟期取样,每处理 6 株。将植株按不同器官分开称重、烘干、磨碎。植株样品中 N 用凯氏法、P 用钼蓝法、K 用火焰光度法测定^[1]。N 肥利用率采用差值法测定^[2],其计算式为:

$$N \text{ 肥利用率} = (\text{施 N 区 N 的收获量} - \text{无 N 区 N 的收获量}) \div \text{施 N 量} \times 100\% \quad (1)$$

施 N 效益是指向土壤中施入每 kg N 素所产生的籽粒产量(kg),计算公式为:

* 青岛市科技攻关项目(9895G0207)资助

收稿日期:2005-05-28 改回日期:2005-07-31

$$\text{施 N 效益} = (\text{施 N 区产量} - \text{无 N 区产量}) \div \text{施 N 量} \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 腐殖酸对玉米成熟期 N 素吸收分配的影响

就 N 素吸收量而言, NPK 区比 PK 区玉米植株吸 N 量明显增加(增加 119.5%)。在尿素中添加腐殖酸后 N 素吸收量亦明显增加,比 NPK 区提高 11.0%~20.4%,其中以添加 10% 腐殖酸对玉米植株 N 素吸收的促进作用最大,其次为添加 15% 腐殖酸处理(见表 1)。从 N 素分配状况看, PK 区玉米植株吸收的 N 素向籽粒运转分配相对较少,仅占全株吸 N 量 49.2%,而滞留在茎叶中的比例相对较多。在 NPK 区,玉米植株吸收的 N 素向籽粒运转分配比例增大, N 素的绝对量比 PK 区提高了 199.4%,提高近 2 倍。在尿素中添加腐殖酸后,玉米植株吸 N 总量虽然增加较多,但运转分配到籽粒中 N 素的相对量都比 NPK 区低(见表 1)。造成该现象的原因可能与滞留在茎叶和穗轴中的 N 素较多有关。换句话说,腐殖酸虽然促进了玉米植株对 N 素的吸收,但对 N 素的运转分配并未受到同步促进。

表 1 腐殖酸对玉米 N 素吸收分配的影响*

Tab.1 Effects of humic acid on N absorption and distribution in maize plants

| 处 理 Treatments | N 素含量/mg·株 ⁻¹ N content | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|------------|---------------|---------------|-------------------|
| | 根 Root | 茎 Stem | 叶片 Leaf | 苞叶 Husk | 穗轴 Corncob | 籽粒 Grain | 全株 Whole plant |
| CK I | 35.39(3.0) | 151.32(12.7) | 323.69(27.2) | 22.09(1.9) | 72.20(6.0) | 586.80(49.2) | 1191.49(100) |
| CK II | 32.35(1.2) | 148.42(5.7) | 547.03(20.9) | 49.78(1.9) | 83.28(3.2) | 1756.83(67.1) | 2617.69(100) |
| I | 75.90(2.6) | 296.65(10.2) | 715.96(24.7) | 44.65(1.5) | 144.59(5.0) | 1624.90(56.0) | 2902.65(100) |
| II | 78.31(2.5) | 344.29(10.9) | 752.58(23.9) | 27.88(0.9) | 126.02(4.0) | 1819.36(57.8) | 3148.44(100) |
| III | 56.90(1.9) | 382.83(12.7) | 795.00(26.3) | 32.98(1.1) | 92.78(3.1) | 1662.64(55.0) | 3023.13(100) |

* 括号内数字为各器官 N 素占全株 N 素总量的百分数。

2.2 腐殖酸对玉米成熟期 P₂O₅ 吸收分配的影响

从 P₂O₅ 吸收量看, NPK 区植株吸收 P₂O₅ 总量比 PK 区提高 27.5%。施用腐殖酸后,腐殖酸对玉米植株 P₂O₅ 吸收有明显促进作用,与 NPK 区相比,玉米植株 P₂O₅ 吸收量可提高 6.8%~22.2%,其中以添加 10% 腐殖酸对玉米植株 P₂O₅ 吸收的促进作用最大(见表 2)。玉米植株各器官 P₂O₅ 分配状况在各处理间的趋势一致,籽粒为 P₂O₅ 分配的主要器官,占全株吸收总量的 60.8%;其次是叶片和茎秆,分别占 16.0% 和 14.8%;穗轴、苞叶和根分配最少,仅占全株的 8.4%(见表 2)。

表 2 腐殖酸对玉米 P₂O₅ 吸收分配的影响*

Tab.2 Effects of humic acid on P₂O₅ absorption and distribution in maize plants

| 处 理 Treatments | P ₂ O ₅ 含量/mg·株 ⁻¹ P ₂ O ₅ content | | | | | | |
|-------------------|---|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|-------------------|
| | 根 Root | 茎 Stem | 叶片 Leaf | 苞叶 Husk | 穗轴 Corncob | 籽粒 Grain | 全株 Whole plant |
| CK I | 18.44(2.0) | 219.31(23.8) | 180.01(19.5) | 34.13(3.7) | 40.45(4.4) | 428.61(46.5) | 920.95(100) |
| CK II | 11.34(1.0) | 139.45(11.9) | 150.95(12.9) | 29.43(2.5) | 68.98(5.9) | 773.89(65.9) | 1174.04(100) |
| I | 6.91(0.5) | 162.16(12.8) | 197.21(15.5) | 46.47(3.7) | 67.92(5.3) | 790.23(62.2) | 1270.90(100) |
| II | 10.95(0.8) | 196.13(13.7) | 239.40(16.7) | 37.00(2.6) | 57.28(4.0) | 893.36(62.3) | 1434.12(100) |
| III | 8.70(0.7) | 145.38(11.6) | 194.43(15.5) | 29.48(2.4) | 36.18(2.9) | 839.57(67.0) | 1253.74(100) |

* 括号内数字为各器官 P₂O₅ 占全株 P₂O₅ 总量的百分数。

2.3 腐殖酸对玉米成熟期 K₂O 吸收分配的影响

NPK 区与 PK 区相比,施 N 明显地促进了玉米植株对 K₂O 的吸收,吸收总量比 PK 区增加 31.3%。在施用 N、P、K 肥基础上,添加一定量的腐殖酸能明显促进玉米植株对 K₂O 的吸收,比 NPK 区提高 49.3%~59.0%(见表 3)。从 K₂O 分配状况看,玉米植株吸收的 K₂O 主要分配在茎和叶中,约占植株吸收总量的 31.4% 和 28.3%;其次是籽粒,约占 20.7%;根、苞叶和穗轴中积累的 K₂O 相对较少。且添加腐殖酸后,滞留在茎和叶中的 K₂O 明显增加。

表 3 腐殖酸对玉米 K₂O 吸收分配的影响*Tab.3 Effects of humic acid on K₂O absorption and distribution in maize plants

| 处 理 Treatments | K ₂ O 含量/mg·株 ⁻¹ K ₂ O content | | | | | | |
|-------------------|---|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------------|
| | 根 Root | 茎 Stem | 叶片 Leaf | 苞叶 Husk | 穗轴 Corncob | 籽粒 Grain | 全株 Whole plant |
| CK I | 84.26(4.9) | 582.74(33.6) | 435.99(25.1) | 178.22(10.3) | 119.06(6.9) | 335.82(19.3) | 1736.09(100) |
| CK II | 143.39(6.3) | 572.29(25.1) | 616.89(27.1) | 178.15(7.8) | 156.95(6.9) | 610.96(26.8) | 2278.63(100) |
| I | 154.53(4.3) | 1307.79(36.1) | 1056.22(29.2) | 306.00(8.4) | 187.22(5.2) | 610.72(16.9) | 3622.48(100) |
| II | 222.53(6.5) | 1084.08(31.7) | 1056.02(30.9) | 233.30(6.8) | 169.24(5.0) | 652.84(19.1) | 3418.01(100) |
| III | 170.52(5.0) | 1041.86(30.6) | 987.57(29.0) | 230.29(6.8) | 245.51(7.2) | 726.56(21.4) | 3402.31(100) |

* 括号内数字为各器官 K₂O 占全株 K₂O 总量的百分数。

2.4 腐殖酸对玉米产量及 N 肥利用率的影响

NPK 区与 PK 区相比,配合施用 N、P、K 肥比 P、K 肥增产 16.2%,增产效果明显。在 N、P、K 肥配合施用的基础上,添加 5%~15% 腐殖酸可提高玉米产量 1.9%~12.8%,其中以添加 10% 腐殖酸增产效果最好(见表 4)。从 N 肥利用率看,在不添加腐殖酸时,N 肥利用率为 24.3%;添加腐殖酸后 N 肥利用率明显提高,比 NPK 区提高 5.0%~9.2%,其中以添加 10% 腐殖酸处理 N 肥利用率最高,达 33.5%。

表 4 腐殖酸对玉米产量及 N 肥利用率的影响

Tab.4 Effects of humic acid on the yield and N utilizing rate in maize plants

| 处 理 Treatments | 产量/kg·hm ⁻² Yield | 比 NPK 区增产/% Increasing | N 肥利用率/% N utilizing rate |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| CK I | 5385.0 | — | — |
| CK II | 6258.0 | — | 24.3 |
| I | 6379.5 | 1.9 | 29.3 |
| II | 7062.0 | 12.8 | 33.5 |
| III | 6625.5 | 5.9 | 30.6 |

3 小 结

腐殖酸能明显促进玉米植株对 N、P、K 养分的吸收。N 素分配方面,籽粒为 N 素分配的主要器官,添加腐殖酸后运转分配到籽粒中 N 素相对量都比 NPK 区低,这可能与滞留在茎叶和穗轴中的 N 素较多有关。在 P₂O₅ 分配上,籽粒为 P₂O₅ 分配的主要器官,占全株 P₂O₅ 吸收总量的 60.8%;其次是叶片和茎秆,穗轴、苞叶和根分配得最少。添加腐殖酸后,对玉米植株 P₂O₅ 吸收和运转分配的影响是同步的。从 K₂O 分配状况看,玉米植株吸收的 K₂O 主要分配在茎叶中,约占 60% 左右;其次是籽粒,根、苞叶和穗轴中积累的 K₂O 相对较少。添加腐殖酸后滞留在玉米植株茎和叶中的 K₂O 明显增加。腐殖酸能明显提高玉米产量及 N 肥利用率。从玉米产量和 N 肥利用率综合来看,在尿素中添加 10% 腐殖酸处理综合效果较好,可将腐殖酸直接加入到尿素中加工成复混肥在生产上推广应用。

参 考 文 献

- 1 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法.北京:科学出版社,1983.273~278
- 2 中国农业科学院土壤肥料研究所.中国肥料.上海:上海科学技术出版社,1994.226~227