河南农业科学,2013,42(2):70-73
Journal of Henan Agricultural Sciences

大连复州河流域玉米土壤硝态氮动态变化及合理施肥调控

刘智强,王志军,徐铭毅
(大连市农业科学研究院,辽宁 大连 116036)

摘要:为了提高氮肥利用率和减少环境污染,通过不同施氮处理,研究了大连复州河流域棕壤土大田玉米土壤硝态氮的动态运移,并讨论了玉米氮肥经济环保施用方法。结果表明,除缓控释肥处理外,各处理各土层 NO_3^--N 在植株不同生育期向土层上、下 2 个方向动态运移,前期上移,后期下移。与习惯施肥处理相比,优化施肥足以满足植物需求,但下层养分仍有一定量的积累。与优化施肥处理相比,有机肥+化肥处理使养分缓慢释放,减缓了土壤 NO_3^--N 向下迁移的速度,减少了养分的损失,使养分供应与吸收达到动态平衡;缓控释肥处理使养分持续有效地供应,最大程度地避免了氮肥的向下迁移,减少淋溶、降低环境污染,同时使玉米产量提高。因此,建议使用氮肥缓释剂对作物进行减氮施肥。

关键词:大连复州河;棕壤土;土壤硝态氮;合理施肥
中图分类号:S513　S143.1+3　**文献标志码**:A　**文章编号**:1004-3268(2013)02-0070-04

Dynamic Variations of Nitrate Nitrogen in Maize Field Soil of Fuzhou River Basin in Dalian and Its Rational Fertilization Controlling

LIU Zhi-qiang, WANG Zhi-jun, XU Ming-yi
(Dalian Academy of Agricultural Sciences, Dalian 116036, China)

Abstract: In order to improve the utilization rate of nitrogenous fertilizer and reduce the environment pollution, the dynamics migration of nitrate nitrogen (NO_3^--N) in soil of maize field on brown soil of Fuzhou river basin in Dalian was studied and the rational fertilization controlling was discussed by designing of different kinds of nitrogen application methods. The results showed that the NO_3^--N of soil could be regulated in different plant growth period. The NO_3^--N moved upward in the early growth period and it moved downward in the late growth period. Organic fertilizer treatment slowly released the nutrient, slowed down the speed of migration of soil NO_3^--N, reduced nutrient loss, and the nutrient supply and absorption could achieve dynamic balance. The use of controlled release fertilizer reduced nitrogen dissolution and downward migration, and improved maize yield. So, use of controlled release nitrogen is suggested to reduce application of nitrogen fertilizer.

Key words: Fuzhou river in Dalian; brown soil; soil nitrate nitrogen; rational fertilization

长期以来,为了增加农作物产量,农民大量施用化学肥料,尤其是氮肥。过量使用氮肥,不但会降低土壤及农产品质量,更严重的是会污染地下水,增加温室气体的排放,减慢我国建设可持续发展农业的

收稿日期:2012-06-27
基金项目:农业部农业公益性行业科研专项经费项目(200803036)
作者简介:刘智强(1982-),男,黑龙江双鸭山人,研究实习员,硕士,主要从事植物营养与肥料研究。
E-mail:liuzhiqiang128@sina.com

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

步伐[1-5]。因此,针对大连复州河流域典型的北方棕壤土种植方式,研究土壤硝态氮的运移动态变化,以便采取合理的氮肥调控措施,在保证产量的前提下,达到提高氮肥利用率和减少环境污染的目的。

1　材料和方法

1.1　供试材料

试验在大连市复州河流域杨家乡农业职业技术学校试验地进行。试验地 1 年种植 1 季,土壤为棕壤土,耕作层土壤含有机质 12.3 g/kg、碱解氮 45.19 g/kg、速效磷 54.62 mg/kg、速效钾 72.18 mg/kg。供试玉米品种为大科 08,氮肥缓释剂由中国科学院沈阳应用生态研究所提供。

1.2　试验设计

试验采取随机区组设计,共设 5 个处理,分别为不施氮肥处理(CK):N 为 0 kg/hm^2;当地习惯施肥处理:N 为 270 kg/hm^2;优化施肥处理:N 为 180 kg/hm^2;有机肥+化肥处理:N 为 180 kg/hm^2,其中有机肥提供氮 54 kg/hm^2,化肥提供氮 126 kg/hm^2,总氮量与优化施肥处理施氮量相等;缓控释肥处理:施氮量与优化施肥处理一致,增施氮肥缓释剂 12 kg/hm^2。各处理磷、钾肥施用量均为 P_2O_5 105 kg/hm^2、K_2O 60 kg/hm^2。每处理重复 3 次,小区面积 30 m^2。玉米于 2009 年 5 月 12 日播种,19 日出苗,氮肥 70%、磷肥、钾肥和有机肥作为基肥一次性施入,7 月 5 日追施 30% 氮肥。

1.3　采样及测定方法

整个生育期共取剖面土 5 次,分别为苗期(6 月 2 日)、拔节期(6 月 27 日)、抽雄期(7 月 26 日)、乳熟期(8 月 28 日)和收获期(10 月 5 日),取 0～120 cm土层土壤,每 20 cm 为 1 个层面,各土层土壤 NO_3^--N 含量用 $CaCl_2$ 浸提流动分析仪测定。

2　结果与分析

2.1　不同施氮处理对土壤硝态氮含量的动态影响

2.1.1　不施氮肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

不施氮肥处理反映土壤本身 NO_3^--N 含量的变化情况,是土壤供氮能力的重要标识,可以作为对照与其他处理比较,如果出现不同变化趋势,则可认为是由不同施肥处理引起的[6]。从图 1 可以看出,不施氮肥处理各土层 NO_3^--N 含量随时间推移均表现为降—升—降趋势,整体呈下降趋势。在苗期测定的 0～120 cm土层 NO_3^--N(从上到下)含量分别为 15.53、14.55、10.98、11.82、12.61、14.38 mg/kg,数值不均可能与各土层仍存有一定量前一季节的 NO_3^--N 有关[7]。从苗期到拔节期,植株生长速度加快,对氮素的吸收也大量增加,此时土壤中各层 NO_3^--N 含量均降到最低点,其中以 0～20 cm 土层下降最快,其次为 20～40 cm,分别下降了 10.11 mg/kg和 8.70 mg/kg,此时根系吸收养分仍集中在表层土壤中,而深层土壤养分下降,说明深层养分反补浅层土壤。从拔节期到抽雄期,土层中的 NO_3^--N含量均有所增加,这与微生物的活动、肥料进一步分解和深层土壤养分上移补充都有关系。从抽雄期到收获期各层土壤 NO_3^--N 含量虽有小幅波动,但整体表现平稳,基本达到了平衡状态。总体来说,整个生育期土壤中 NO_3^--N 呈现先高后低,然后趋于平稳的趋势,这与土壤中的 NO_3^--N 上下移动互补关系密切。

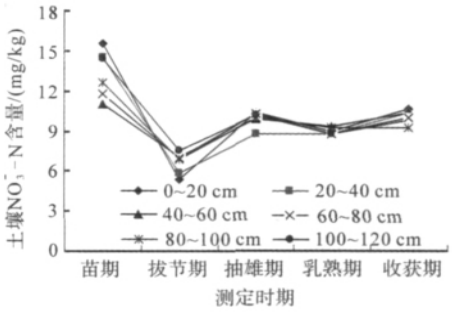


图 1　不施氮肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

2.1.2　习惯施肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

由图 2 可以看出,苗期习惯施肥与不施氮肥处理(图 1)相比较,0～20 cm 土壤 NO_3^--N 含量增加速度最快,为 23.59 mg/kg,其他土层增量不明显。从苗期到拔节期均以表层 0～40 cm 土壤 NO_3^--N 含量较高,这说明施入氮肥,迅速补充了表层土壤中的 NO_3^--N,这对玉米生长和养分供给有益。抽雄期可以看作是上层土壤和下层土壤中 NO_3^--N 含量的转折点,抽雄期以 0～40 cm 土层 NO_3^--N 含量较高(差异不显著),但乳熟期达到最低值,且此时 40～120 cm土壤中 NO_3^--N 出现一个峰值,而收获期,中下层土壤 NO_3^--N 含量有所下降,表层土壤有所上升。这说明生长前期表层土壤由于施入氮肥从而使 NO_3^--N 含量较高,随着植物生长和土壤中 NO_3^--N的向下移动,表层土壤中 NO_3^--N 迅速减少,而作物生长后期部分养分又反补表层土壤使 NO_3^--N 达到平衡状态,但这也加大了中下层土壤 NO_3^--N 大量累积淋溶流失的可能[8-9]。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

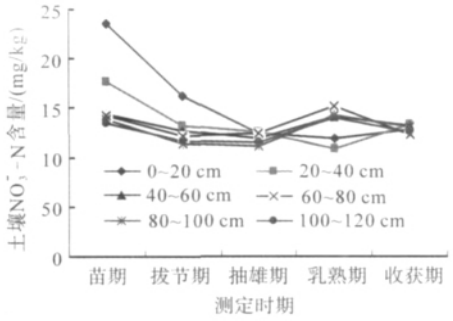


图 2 习惯施肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

2.1.3 优化施肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化 **如图 3 所示，与习惯施肥处理相比，整个生育期优化施肥处理土壤 NO_3^--N 总量明显下降，表层土壤 NO_3^--N 含量变化较大，深层土壤趋于稳定。从苗期到抽雄期土壤 NO_3^--N 变化规律与习惯施肥处理一致；乳熟期仍以上层 NO_3^--N 较高，而 40～100 cm 土层较抽雄期有所下降，这表明土壤养分被植物吸收量过大，不足以反补上层土壤；成熟期植物需要的养分较少，中上层养分有向下层转移的趋势。由此可见，优化施肥足以满足植物需求，但下层养分仍有一定量的积累。**

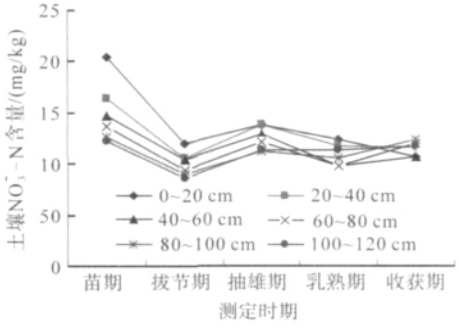


图 3 优化施肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

2.1.4 有机肥＋化肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化 **由图 4 可知，整个生育期有机肥＋化肥处理的各层土壤 NO_3^--N 含量变化呈 W 型，从苗期到乳熟期土壤各层 NO_3^--N 含量变化趋势基本一致，均呈降－升－降趋势，但到收获期，表层土壤的 NO_3^--N 含量仍高于中下层土壤。这可能是有机肥前期施入时，降雨量较少、温度较低影响了有机肥肥效的释放，下层土壤养分反补上层土壤，到了植株生长后期有机肥养分持续释放，使上层土壤养分得以保持，减小了 NO_3^--N 向下迁移的速率。**

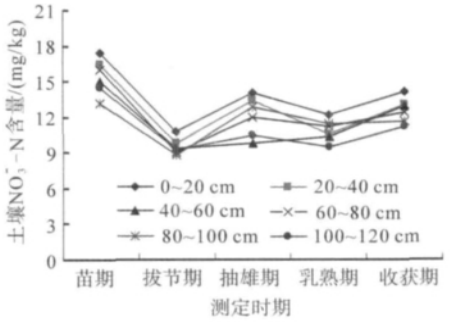


图 4 有机肥＋化肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

2.1.5 缓控释肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化 **如图 5 所示，从整个生育期来看，缓控释肥处理上层土壤 NO_3^--N 含量始终保持较高水平，明显高于中下层土壤，这与氮肥缓释剂的应用有很大关系，缓释剂控制了养分的释放速度，使作物的吸收与肥料释放基本保持同步。除 0～20 cm 土层 NO_3^--N 含量在抽雄期达到最高值后回落外，其余土层虽在抽雄期有小高峰，但最高值均出现在苗期。从土壤 NO_3^--N 纵向运行趋势来看，除收获期土壤 NO_3^--N 向下迁移之外，各土层基本满足自身需求，无明显向上、向下迁移过程。这充分说明缓控释肥可以更有效地利用氮肥，尽量避免 NO_3^--N 向下层土壤运移，从而使氮肥充分利用，减少淋溶、降低环境污染风险。**

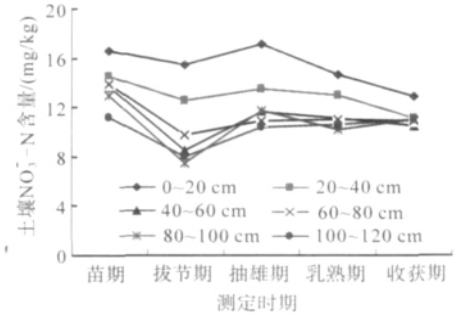


图 5 缓控释肥处理的土壤 NO_3^--N 动态变化

2.2 不同施氮处理对玉米产量的影响

从表 1 可以看出，各施氮肥处理玉米产量都显著高于不施氮肥处理，玉米产量大小为缓控释肥＞习惯施肥＞有机肥＋化肥＞优化施肥，各施氮肥处理间差异不显著。

表 1 不同施氮处理对玉米产量的影响 kg/hm²

项目	CK	习惯施肥	优化施肥	有机肥＋化肥	缓控释肥
产量	10 471.61b	12 961.94a	12 356.93a	12 859.19a	13 205.07a

注：数据采用 SPSS 软件的新复极差法进行比较，同行数据后不同小写字母表示差异达显著水平（$P<0.05$）。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3　结论与讨论

从整个生育期来看，除缓控释肥处理和习惯施肥处理外，各处理各土层 NO_3^--N 含量均呈现苗期最高、拔节期最低的趋势，从苗期到拔节期深层土壤中的 NO_3^--N 向上迁移对上层土壤进行补充；生长后期土壤养分向下迁移，各土层可自行向上或向下调节养分的分布。习惯施肥处理加大了中下层土壤 NO_3^--N 大量累积淋溶流失的可能；优化施肥足以满足植物需求，但下层养分仍有一定量的积累；缓控释肥处理使养分持续有效地供应，而且最大程度地避免了氮肥向下层土壤迁移，从而使氮肥得以充分利用，进一步减少淋溶降低环境污染风险；有机肥＋化肥处理使有机肥养分缓慢释放，一定程度上减缓了土壤 NO_3^--N 向下迁移的速度，从而也减少了养分的损失，使养分供应与植株吸收在一定程度上达到一种动态平衡。

缓控释肥处理产量最高，整个生育期土壤 NO_3^--N 几乎没有向下迁移，很大程度保障了作物的生长，同时有效地减少 NO_3^--N 向下淋溶对环境的污染。所以，建议用氮肥缓释剂对作物进行减氮施肥。有机肥＋化肥＋氮肥缓释剂的效果有待进一步研究。

参考文献：

[1] 曹红霞，康绍忠，何华. 田间管理措施对土壤硝态氮迁移影响研究进展[J]. 灌溉排水学报，2005，24(1)：72-76.

[2] 卢艳艳，宋付朋，赵杰，等. 控释尿素对土壤氨挥发和无机氮含量及玉米氮素利用率的影响[J]. 水土保持学报，2010，24(6)：79-82.

[3] 巨晓棠，刘学军，邹国元，等. 冬小麦/夏玉米轮作体系中氮素的损失途径分析[J]. 中国农业科学，2002，35(12)：1493-1499.

[4] 张鑫，安景文，邹晓锦，等. 不同施肥模式对玉米产量及土壤硝态氮的影响[J]. 河南农业科学，2012，41(2)：41-44.

[5] 李明悦，朱静华，廉晓娟，等. 天津市水体硝酸盐污染现状与分析[J]. 天津农业科学，2008，14(1)：43-46.

[6] 刘慧颖，董环，张鑫，等. 辽宁大凌河流域草甸土土壤硝态氮运移及合理施肥调控[J]. 安徽农业科学，2011，39(1)：169-172.

[7] 吴永成，周顺利，王志敏，等. 华北地区夏玉米土壤硝态氮的时空动态与残留[J]. 生态学报，2005，25(7)：1620-1625.

[8] 左海军，张奇，徐立刚，等. 集约化种植条件下土壤硝态氮动态变化及累积特征研究[J]. 水土保持通报，2009，29(4)：16-21.

[9] 赵营，同延安，赵护兵. 不同施氮量对夏玉米产量、氮肥利用率及氮平衡的影响[J]. 中国土壤与肥料，2006(2)：30-33.

（上接第 69 页）

[3] 卢中民，孙彩霞，张浩. 滑县小麦测土配方施肥决策系统的应用效果[J]. 河南农业科学，2008(12)：64-66.

[4] 黑志平，吴梅荣，宋江春. 南阳地区棉花施钾效果及土壤钾素丰缺指标研究[J]. 河南农业科学，1992(4)：20-24.

[5] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海：上海科学技术出版社，1994：431-450.

[6] 白由路，杨俐苹. 我国农业中的测土配方施肥[J]. 土壤肥料，2006(2)：3-7.

[7] 马玉兰，冯静，尹学红，等. 宁夏自流灌区粮食作物施肥指标体系的研究[J]. 宁夏农林科技，2008(3)：5-8.

[8] 杨莉琳，胡春胜. 太行山山前平原高产区精准施肥指标体系研究[J]. 中国生态农业学报，2002，10(2)：71-75.

[9] 魏义长，白由路，杨俐苹，等. 基于 ASI 法的滨海滩涂地水稻土壤有效氮、磷、钾丰缺指标[J]. 中国农业科学，2008，41(1)：138-143.

[10] 杨俐苹，金继运，白由路，等. 土壤养分综合评价法和平衡施肥技术及其产业化[J]. 磷肥与复肥，2001，16(4)：63-65.

[11] 王锋有，张春利，周丽君，等. 玉米及水稻施肥指标体系研究[J]. 农业科技与装备，2008(4)：24-26.

[12] 王海云，姜远茂，彭福田，等. 胶东苹果园土壤有效养分状况及与产量关系研究[J]. 山东农业大学学报：自然科学版，2008，39(1)：31-38.

[13] 刘顺国，邢岩，韩晓日，等. 辽宁省水稻土壤养分丰缺指标建立初探[J]. 土壤通报，2008，39(4)：871-873.

[14] 黄德明. 我国农田土壤养分肥力状况及丰缺指标[J]. 华北农学报，1988，13(2)：46-53.

[15] 孙克刚，李丙奇，和爱玲. 砂姜黑土区麦田土壤有效钾施肥指标及小麦施钾研究[J]. 华北农学报，2010，25(2)：212-215.

[16] 周晓芬，冯伟，杨军芳，等. 太行山山前平原秸秆还田条件下小麦磷、钾丰缺指标研究[J]. 华北农学报，2011，26(2)：170-174.

[17] 金继运，白由路，杨俐苹. 高效土壤养分测试技术与设备[M]. 北京：中国农业出版社，2006：187.

[18] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法[M]. 北京：中国农业科技出版社，1992：54-70.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net