

文章编号 :1003- 8701(2009)06- 0048- 03

辽河平原土壤退化及防治与修复技术

孙 毅¹, 田 静², 蒋正德¹, 樊月玲¹, 武叶叶¹, 郑立臣¹

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016 2. 辽源市科学技术协会, 吉林 辽源 136200)

摘 要 本文研究了辽河平原土壤退化现状、退化原因,提出了相应的防治及修复技术。

关键词 辽河平原; 土壤退化; 防治; 修复

中图分类号 S158.1

文献标识码 A

Soil Degradation in Liaohe Plain and Methods of Its Prevention and Restoration

SUN Yi¹, TIAN Jing², JIANG Zheng-de¹, FAN Yue-ling¹, WU Ye-ye¹, ZHENG Li-chen¹

(1. Shenyang Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016; 2. Science & Technology Associations of Liaoyuan City, Liaoyuan 136200, China)

Abstract: Current situation of soil degradation in Liaohe plain was studied in the paper. Its causes were analyzed and corresponding prevention and restoration methods suggested at the end.

Keywords: Liaohe plain; Soil degradation; Prevention and restoration.

我国土壤质量趋向恶化,一些地区土壤质量正呈扩大恶化的趋势。2010 年达到小康水平时,全国粮食需求量 5.88×10^8 t,单产必须达到 5 567 kg/hm² 或更高,须比 2006 年增加 18.15% 以上,这在耕地质量明显恶化情况下将非常困难。为了提高耕地质量,增加辽河平原单产,为确保国家粮食安全作出贡献,作者研究了辽河平原土壤退化及其原因,并提出了相应的防治与修复技术。

1 土壤退化现状

1.1 土壤侵蚀加剧

以下辽河平原为例:该区侵蚀以风蚀为主,风蚀导致耕地减少、腐殖质层变薄、养分流失。台安县风蚀耕地面积已增加到 9 300 hm²,占耕地的 12.5%,土壤吹蚀厚度 2.5 cm,则损失土壤 375 t/hm²、土壤有机质 3.38 t/hm²、氮 225 kg/hm²、磷素 150 kg/hm²。

1.2 土壤沙化加剧

辽河平原沙化呈加剧趋势,仅下辽河平原沙

化面积就已经增加到 23 400 hm²。

1.3 耕层土壤有机质含量下降,养分含量减少,日趋贫瘠

从 2000~2007 年,沈阳生态站综合观测场潮棕壤的耕层土壤有机质、速效钾及缓效钾分别减少 203、103、109 kg/hm²;由于重视施用氮磷肥,全氮增加 563 kg/hm²、有效磷略有增加(5 kg/hm²)土壤肥力总体下降。

与 1979 年第二次土壤普查相比,沈阳、铁岭、辽阳三市土壤有机质、全氮及速效钾含量分别减少 0.1、1.1、0.5 g/kg,0.01、0.14、0.36 g/kg,6.2、29.5、34.8 g/kg,只有速效磷分别增加 8.7、7.0、1.1 g/kg。2003 年与第二次土壤普查比,辽宁省中部平原区土壤有机质含量下降 8.81%,速效钾含量减少 15.46% 辽宁省北部低丘平原区土壤速效钾含量减少 32.51%。从 1981~1986 年,昌图县土壤有机质下降 0.06 g/kg·a。

国家黑土肥力和肥料效益监测基地资料表明,黑土耕层土壤有机质以每年 0.01% 的速度下降,全量与速效性养分、微量养分普遍下降;1980~1994 年 15 年间,化肥区和无肥区耕层有机质矿化量为 270~480 kg/hm²·a。公主岭市耕地土

收稿日期 :2008- 07- 30

作者简介:孙 毅(1964-),男,研究员,硕士,主要从事土壤改良及作物高产栽培技术研究。

壤全氮比第二次土壤普查降低 14.0%，全磷含量也在下降。

地力等级在下降：铁岭市 1998 年土壤有机质处于较缺的面积比 1980 年增加 20.3%；处于中等的面积减少 50.5%。土壤全氮处于较缺的面积增加 38.6%；处于中等的面积减少 32.8%。1998 年土壤速效钾含量在较丰富以上的面积比 1980 年减少 84.5%；速效钾较缺的面积却比 1980 年增加 122.2%。

1.4 土壤养分严重失衡

土壤有机质含量下降，氮素减少，大部地区钾素缺乏，微量元素不足；部分地区磷素稳中有升，导致土壤养分严重失衡。

1.5 土壤盐碱化加剧

下辽河平原基本失去耕种条件的盐碱化耕地面积已超过 82 000 hm^2 ，其它盐碱土区由于干旱越来越重，盐碱化也在加剧。

1.6 黑土层变薄、耕作层变浅，土壤物理性状变劣、土体结构变差

黑土层变薄：吉林省中部的薄层黑土 1983 年黑土层厚度为 30 cm 左右，2002 年调查仅为 25 cm，减少了 5 cm，且黑土层变薄的趋势愈演愈烈。

耕作层变浅：公主岭市黑土耕层厚度明显变薄，由十几年前的 18~20 cm 下降到目前的 13~15 cm，犁底层明显上升。

朱平等黑土上田间定位监测 10 年的结果：土壤容重在对照和化肥区增加 0.12~0.32 g/cm^3 ；化肥区土壤孔隙度下降 8%~9%，土壤蓄水、保水性能减弱，土体结构变差。

1.7 土壤进一步酸化

沈阳生态实验站内综合观测场潮棕壤的耕层土壤 pH 值呈逐渐下降趋势，辽河平原主要耕地土壤 pH 值也存在不同程度的下降。

1.8 土壤污染日趋严重

熊岳郊区有机氯农药造成土壤严重污染，残留量为 3~4 mg/kg 。沈抚灌区长期引用抚顺石油污水灌溉，土壤中苯并芘含量比清灌区高 1.64~22.08 倍，烷烃含量比清灌区高 7.31 倍，芳烃含量比清灌区高 1.79 倍。张士灌区引用含镉工业污水灌溉，土壤镉含量为 5~7 mg/kg ，污染严重。固体废物污染、农膜的不合理使用也加剧了耕地环境的恶化。黑土区已有 2.1% 的面积处于污染警戒范围。

1.9 耕地土壤干旱加重

沈阳生态站 2003~2007 年的降水量分别为 760.0、562.5、682.9、564.8 及 561.0 mm，呈下降

趋势。降水量的减少导致土壤持水量减少，加重了土壤干旱。

2 土壤退化防治与修复技术

2.1 土壤侵蚀的防治

对于受水蚀的坡耕地，采取修梯田、等高垄作及带状间作法。如果水蚀较重，可以实行粮食与牧草带状间作。坡度 $>15^\circ$ 的坡耕地应逐步还林草。

防治风蚀是防治土壤侵蚀的主要措施。加强农防林建设，降低风速防治风蚀。林网以 300~400 m $\times$ 300~400 m 为好。防治沙化的措施也适用于防治风蚀。

2.2 土壤沙化的防治

防护林建设：风蚀是土壤沙化的首要环节，风蚀造成土壤中有机质和细粒物质流失，导致土壤粗化进而沙化。为此，防治风蚀是防治土壤原地沙化的首要工作。较好的防治风蚀方法是建立防护林，其规格以 300~400 m $\times$ 300~400 m 为好。

增施农肥、客土压沙：风沙土施猪圈粪 7.5 $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ 或秸秆肥 7.5 $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ ，连改 5 年，耕层有机质增加 0.34~4.3 g/kg ，土壤全氮、含水量、田间持水量都有一定增加。风沙土铺施泥炭、黑土或黄黏土效果也很明显。

实行保护性耕作：保护性耕作尽可能减少土壤耕作，并用作物秸秆、残茬覆盖地表，从而减少土壤风蚀、保水保土、提高土壤肥力和抗旱力。

2.3 增施有机肥，配施化肥，提高土壤碳库质量，培肥地力

农肥用量普遍急剧下降，掠夺式利用致使土壤养分长期耗竭，腐殖质层逐渐变薄、有机质含量明显下降、理化性状渐趋恶化。不施磷肥、钾肥土壤速效磷、速效钾迅速下降。玉米长期连作耕层土壤中非活性腐殖质很多，而活性腐殖质很少，地力明显下降。

为了修复土壤培肥地力，应做到有机肥与氮磷钾化肥配施，因有机肥和化肥配施不但能显著增加土壤有机质含量，而且能提高土壤碳库质量。王晶等认为：施肥尤其高量有机肥与化肥(NPK)配施，更有助于土壤活性有机碳的增加及提高土壤碳库质量。研究表明：与对照比较，单纯施用 NPK 化肥、单施有机肥(M2、M4)和有机肥+NPK 配合[M1+NPK、1.5(M1+NPK)、M2+NPK、M4+NPK]处理的土壤活性有机碳分别提高 15.6%、135.1%、185.9%、24.8%、63.6%、144.2%和 256.5%，有机肥施用处理的土壤活性有机碳是不施有机肥处理(NPK)的 1.5~16 倍，可在施 NPK 肥时，施有机肥 4 t/hm^2 。

氮肥的施用 :为防止氮素污染及减少损失,研究出了缓释、控释及稳定肥料。缓释 / 控释尿素可使氮的利用率达 60%~80%,在相同产量时,可降低施肥量 10%~50%。目前,缓释肥料在生产中应用很少 ;包膜或包裹控释肥料有一定的使用面积。当前,代表性包膜尿素产品主要有 :美国的硫包尿素、日本的聚烯烃包膜尿素、我国的钙镁磷肥包膜尿素等。施用硫包尿素有可能导致土壤酸化 ;长期大量施用聚烯烃包膜尿素会污染土壤。因此,发展无机物包膜尿素(如钙镁磷肥包膜尿素)将是今后的方向 ;同时应该加强无污染、低成本包膜材料的研究及推广。

应用最广的是加入硝化抑制剂、脲酶抑制剂或二者组合的稳定肥料。沈阳中科新型肥料有限公司的 NAM 添加剂产业化生产的长效缓释型复合肥料,为长效复合肥的应用奠定了基础。

根据各地土壤及目标单产的不同,氮肥用量以 180~225 kg/hm² 为宜。

磷肥的施用 :谢佳贵等在黑土上连续 13 年的定位试验结果表明 :在不同 P₂O₅ 用量条件下,连施 5 年的累计效益中只有 45 kg/hm² 的处理增收,而用量增至 90、135 和 180 kg/hm² 时均亏损,且用量越大亏损越多。这 4 个量级磷肥连施 13 年时,其累计效益均为正值,但用量越大效益越低。因此,在黑土连续施磷肥的情况下,P₂O₅ 用量以 45~90 kg/hm² 为好,也可避免磷素积累导致土壤酸化。可施用土壤磷素活化剂活化土壤中积累的磷素,发挥其后效。

钾肥的施用 :由于忽视钾肥及其用量不足,土壤钾素普遍缺乏,钾素营养正在逐渐成为农作物产量提高的限制因素。根据土壤及目标单产的不同,K₂O 用量以 60~90 kg/hm² 为宜。

调整种植业结构,逐步扩大大豆同禾本科轮作面积。玉米 - 大豆轮作,土壤有机质含量可增加 0.06%、全氮量增加 0.012%,土壤物理性状变好。长期采用豆科同禾本科作物轮作可以提高土壤肥力 1 个等级并稳定肥力。

2.4 平衡施肥

施肥结构不合理、存在严重的养分失衡是土壤贫瘠化的主要原因。平衡施肥应依据作物需肥规律、土壤供肥特性与肥料效应,在施用有机肥的基础上,合理确定 N、P、K 等的适宜用量和比例。目前,玉米 N、P、K 的合理配比应该为 N :P₂O₅ :K₂O=1:0.4:0.4 左右。

2.5 改良盐碱土

发展水稻,灌溉洗盐改良滨海盐碱土 ;挖沟排水,降低地下水位到临界深度以下,以免地下水浸,引起土壤积盐。

内地盐碱土的改良 :孙毅等认为,施石膏可获得明显的改良苏打盐碱土作用,以 2.0 kg/m² 左右为宜。王宇等认为,可施硫酸铝改良盐碱土 :硫酸铝施入后,Al³⁺ 水解产生大量 H⁺,中和土壤中的 OH⁻,从而使土壤 pH 值降低并促进土壤中碱土金属碳酸盐的溶解,使交换性 Ca²⁺、Mg²⁺ 等二价阳离子与 Na⁺ 产生交换作用,降低土壤碱化度 ;硫酸铝水解后生成的单体铝或多聚体铝离子,促进了土壤胶体凝聚,从而改善土壤结构,增加膨胀度、孔隙度,降低土壤容重,增强土壤渗透性。用量以 9~11.25 t/hm² 为宜。

其它措施 :施用生理酸性肥料。沙压碱赛金板,可以压沙土改良。

2.6 黑土层、耕作层、土壤物理性质的修复

可以采取保护性耕作及建防风林保护黑土层,多年增施农肥加深黑土层。通过隔年或 3 年进行深松,有效打破犁底层,加深耕作层。

冷延慧等认为 :长期施有机肥显著增加了 >2 mm 大团聚体和 0.05~0.25 mm 微团聚体含量,各级团聚体有机碳含量显著增加,总有机碳及各级团聚体储量增加,土壤物理性状得到改善。朱平的监测结果表明 :连施有机肥 20 年,特旱年土壤多蓄水 11 mm 以上,可确保种子萌发。

2.7 防治土壤酸化的措施

长期大量施用化学氮肥是造成土壤酸化的主要原因 ;追求高产大量施用磷肥,容易造成土壤有效磷的累积,导致土壤酸化 ;过多地施用氯化钾、硫酸钾、普钙、三料等生理酸性肥也可导致土壤酸化 ;大城市周围,酸沉降是引起土壤酸化的主要原因。

施用碱性改良剂是治理酸性土壤的最有效办法 ;如施草木灰中和土壤酸度 ;石灰和石灰石粉是很好的土壤酸度改良剂,施这两种改良剂,可显著提高土壤 pH 和盐基饱和度。减少生理酸性化肥的施用量,配方平衡施肥,秸秆、根茬还田及合理施用有机肥料均可改良土壤酸度。采取保护性耕作覆盖栽培减轻盐基淋溶可减缓酸化。控制致酸元素(如 SO₂ 等)的排放,减少酸沉降是大城市周围防治土壤酸化的根本措施。

2.8 土壤污染的防治与污染土壤修复

追求高产增施化肥,特别是氮肥用量过高,导致化肥污染越来越重 ;大量施用含镉矿质磷肥导致农田镉等积累。农药用量高及(下转第 53 页)

增加后下降,再增加又下降的变化趋势,不同时期追施氮肥对小麦子粒灌浆的影响有差异(图 4)。花后 0~7 d,子粒灌浆速率 $N_1 > N_3 = N_4 > N_2 = N_5$, N_1 较 N_3 、 N_5 分别增加 2.51% 和 3.60%。花后 7~14 d,子粒灌浆速率 $N_3 > N_1 > N_2 > N_5 > N_4$, N_3 较 N_1 、 N_2 、 N_4 、 N_5 分别增加为 5.92%、9.13%、14.72% 和 10.45%。花后 14~21 d 的灌浆速率相对 7~14 d 的有所下降,但仍以 N_3 的灌浆速率表现最大。花后 21~28 d 的灌浆速率开始增加。花后 28~35 d,小麦子粒灌浆的速率下降较快。可见,在高产栽培时,氮肥适当后移有利于提高矮抗 58 灌浆中后期子粒灌浆速率,并获得较高粒重。

3 结论与讨论

已有研究表明,小麦千粒重与灌浆速率呈正相关关系,而与灌浆时间关系不大。子粒灌浆持续期主要受环境因子,特别是温度高低的调控,其与粒重关系的研究报道不一。有的研究认为二者无密切相关关系,而另一些认为,二者之间呈密切关系。本研究表明,起身期追氮有利于改善矮抗 58 的子粒灌浆特性,促进同化产物向子粒转运,实现小麦产量的提高。因此,在小麦生产实践中,应针对所选用的小麦品种类型,采用适宜的氮肥运筹方式和栽培管理措施,以充分发挥品种的遗传潜力和栽培管理的措施效应,实现产量、品质和效益的协调发展。而具体的施肥量和关于不同施氮量

及不同追氮比例对该品种子粒灌浆特性的影响尚需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 李世清,邵明安,李紫燕. 小麦子粒灌浆特征及影响因素的研究进展[J]. 西北植物学报,2003,23(11):2031-2039.
- [2] 张晓龙. 小麦品种子粒灌浆研究[J]. 作物学报,1982,8(2):87-93.
- [3] 韩占江,吴玉娥,郜庆炉,等. 施氮水平对小麦灌浆特性、产量及品质的影响[J]. 湖北农业科学,2007,46(6):907-909.
- [4] 马新明,张娟娟,熊淑萍,等. 氮肥用量对不同品质类型小麦品种子粒灌浆特征和产量的影响[J]. 麦类作物学报,2005,25(6):72-77.
- [5] 李巧玲,冯伟. 氮用量对大穗型小麦品种同化物供应及子粒灌浆的影响[J]. 中国农学通报,2004,20(3):138-140.
- [6] 潘庆民,于振文. 追氮时期对冬小麦子粒品质和产量的影响[J]. 麦类作物学报,2002,22(2):65-69.
- [7] 沈建辉,戴廷波,荆奇,等. 施氮时期对专用小麦干物质和氮素积累、转运及产量和蛋白质含量的影响[J]. 麦类作物学报,2004,24(1):55-58.
- [8] 蔡庆生,吴兆苏. 小麦子粒生长个阶段干物质积累量与粒重的关系[J]. 南京农业大学学报,1993,16(1):38-41.
- [9] Nass H B. Grain filling period and grain yield relationship in spring wheat[J]. Canada Journal of Plant Science, 1975,55:673-678.
- [10] 李文雄,曾寒冰. 春小麦子粒增重的研究[J]. 中国农业科学,1985(6):14-19.
- [11] Lu Q T, Lu C M, Zhang J H, et al. Photosynthesis and chlorophyll a fluorescence during flag leaf senescence of field-grown wheat plants[J]. Journal of Plant Physiology, 2002,159(11):1173-1179.

(上接第 50 页)长期使用导致残留,污染土壤。

土壤污染的防治:对粪便、垃圾和生活污水进行无害化处理,加强对工业废水、废气、废渣的综合治理和利用,积极发展高效、低毒、低残留的农药,科学施用化肥,对灌溉农田的污水进行严格的监测和控制,及时清除农膜。

污染土壤修复:采取生物改良措施,例如:用龙葵修复镉污染土壤。采用降低灌溉水中镉浓度,提高 pH,改污灌为清灌,增施石灰、钙镁磷肥等各种改良剂。采用生物泥浆法修复多环芳烃污染的土壤。

2.9 补水灌溉解决干旱

在旱情较严重地区,完善、配套田间灌溉设施,科学利用地下水资源,发展补水灌溉解决干旱,同时采用分根交替间歇灌溉或喷灌等节水灌溉技术。

参考文献:

- [1] 李金凤,于立宏,等. 辽宁土壤质量退化类型原因及其防治措施[A]. 辽宁省土壤肥料总站. 辽宁土壤肥料技术创新与实践论文集[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:79-89.
- [2] 陈洪斌,王丽,丁福成,等. 辽宁省耕地 1979~1999 年土壤养分肥力的变化[J]. 土壤通报,2003,34(4):271-275.
- [3] 王晶,朱平,张男,等. 施肥对黑土活性有机碳和碳库管理指数的影响[J]. 土壤通报,2003,34(5):394-397.
- [4] Byung-Su Ko, Young-Sang Cho, Hyun-Ku Rhee. Controlled release of urea from rosin-coated fertilizer particles[J]. Ind. Eng. Chem. Res., 1996,35:250-257.
- [5] 谢佳贵,张宽,王秀芳,等. 磷肥在黑土春玉米连作区玉米后效作用的研究[J]. 吉林农业科学,2006,31(2):34-38.
- [6] 孙毅,高玉山,闫孝贡,等. 石膏改良苏打盐碱土研究[J]. 土壤通报,2001 年 32(增):97-101.
- [7] 王宇,韩兴,赵兰坡. 硫酸铝对苏打盐碱土的改良作用研究[J]. 水土保持学报,2006 年 20(4):50-53.
- [8] 巩宗强,李培军,郭书海,等. 多环芳烃污染土壤的生物泥浆法修复[J]. 环境科学,2001,22(5):112-116.