

多伦县土壤营养元素有效态含量的影响因素研究

刘全友, 童依平, 李继云, 孙建华

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:在对该区土壤进行全面调查、分析、评价的基础上,对影响土壤中元素有效态含量的因素如土壤类型、地貌类型、土地利用类型,以及砂化等进行讨论。结果表明,这些因素均影响到元素有效态含量。过度开垦和放牧是造成土壤沙化和肥力下降的主要原因。研究认为合理利用土地资源,实行退耕还草、还林、改善生态,以控制沙化和优化农、林、牧结构比,并结合配方施肥。则是提高粮食、牧草单产及经济效益的关键。

关键词:多伦县;土壤;营养元素;影响因素

Factors influencing the availability of nutrients in the soil of Duolun County in mixed area of agriculture and pasturing

LIU Quan-You, TONG Yi-Ping, LI Ji-Yun, SUN Jian-Hua (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: The organic matter content, and the availability of macro- and micronutrients in 61 topsoil samples in Duolun County in the mixed area of agriculture and pasturing, North of China, were investigated. The organic matter content, and the availability of nutrients differed among the types of soil, topography, and land use. Overuse of soil resources decreased the fertilities of soil, and caused the soil desertification. These results suggested that we should adjust the structures of land use, and fertilize the soil properly to control desertification, and increase the yields of the crops and grasses.

Key words: Duolun County; calcareous soil; availability of nutrients; influencing factors

文章编号: 1000-0933(2000)06-1034-04 中图分类号: Q142.3 文献标识码: A

我国人多地少,要解决粮食问题必须面向全部国土,广开食物来源。一方面提高现有耕地单位面积粮食产量,一方面开发利用我国丰富的草地资源(4 亿 hm^2),加速草原畜、牧业发展,以草增肉,以肉代粮。实现这一战略思想,就是要加强对我国农牧交错带的研究,促进农牧业及生态环境的协调发展。

由于农牧交错带的特点是自然灾害频繁,生态环境脆弱,加之物质和科技投入少,以致农牧业发展水平低下,种植业广种薄收,耕作粗放致使耕地风蚀沙化严重,农田沙化面积不断扩大,生产力下降,粮食单产低而不稳;二是草场沙化严重,草场产量和质量低,严重制约着畜牧业的发展,生态环境不断遭到破坏。

多伦县位于内蒙古东南部,是典型的农牧交错带地区,农牧业是全县的主体经济,全县总面积为 3891.7 km^2 。气候属我国东部季风区,中温带,半干旱向半湿润过渡地区,大陆性气候显著。地形为低山丘陵区,以栗钙土为主,此外还有一定面积的灰褐土、黑钙土、草甸土、沼泽土以及风沙土等。

经研究^[1],该区土壤中元素如 P、Zn、Mo 等的有效态含量多属低或极低水平,而元素有效态含量的高低受多种因素的影响,如 pH 值等理化性质以及土壤类型、地貌类型、水土流失,风蚀砂化以及土地利用类型等。据此采取措施提高土壤肥力,促进作物产量的提高。

基金项目:中国科学院“九五”农业重点资助项目

收稿日期:1999-11-17 修回日期:1999-10-20

作者简介:刘全友(1954~),男,河北省人,副研究员。主要从事农业生态研究。

1 不同土壤类型与营养元素有效态含量的影响关系

现将多伦县不同类型土壤中元素有效态含量列于表 1。

表 1 不同土壤类型中有效态含量

Table 1 Organic matter content and availability of nutrients in different soil types

土类 Soil type	样品数 <i>n</i>	pH (水溶)	有机质 (g/kg)	N	P	K	Zn (mg/kg)	Mn	Fe	B	Mo
灰褐土 ¹	2	7.16	89	342.5	8.5	116.0	0.54	14.75	26.54	0.52	0.05
黑钙土 ²	2	7.33	43	246.5	6.5	125.2	0.73	13.94	18.01	0.53	0.06
栗钙土 ³	42	8.06	21	190.7	4.5	117.8	0.67	12.38	18.76	0.49	0.05
草甸土 ⁴	4	8.24	37	359.9	8.0	206.2	0.50	14.13	73.06	0.67	0.06
沼泽土 ⁵	4	8.77	131	1163.6	5.7	152.3	1.09	17.66	127.15	0.38	0.04
风沙土 ⁶	7	7.13	12	100.3	3.3	115.8	0.56	12.22	12.68	0.46	0.02
均 值 Mean	61		31	262.0	4.9	125.8	0.67	12.95	28.96	0.49	0.05

1: Gray-drab forest soil, 2: Chernozem, 3: Chestnut soil, 4: Meadow soil, 5: Bog soil, 6: Aeolian sandy soil

土壤是在一定的生物、气候条件下形成的。不同的成土条件,土壤性质的不同,营养元素有效态含量亦不同。在该县灰褐土、黑钙土、栗钙土所处地形部位逐渐降低,植被由疏林、灌木林过度到草木植被,腐殖化过程逐渐减弱,因而有机质、有效 N、P 含量呈降低趋势。草甸土和沼泽土分布在河谷、丘间洼地,生长喜湿的植被,有利于有机质的积累,因而有机质、有效 N、P 含量又高于相邻的栗钙土。

而风沙土是风成沙性母质上发育的幼年土壤,植被稀少,肥力低。并在风沙过程中,因土壤干旱并在高温影响下,使原来积累的少量有机物质因矿化而被分解,同时,土壤在不断粗粒化。研究结果表明,土壤有机质和全 N 含量随沙漠化增加而有所降低,特别是土壤有机质变化更为明显^[2]。

有效态 Mn、Fe 的含量亦与有机质含量变化规律呈一致性。草甸土和沼泽土中的有效 Mn、Fe 含量较高,除了有机质的影响外,此两类土壤的通透性差亦有利于 Mn、Fe 的活化^[3,4]。

2 不同地貌类型对土壤营养元素有效态含量影响

地形地貌影响到水热分布和元素的迁移淋溶,因而影响到土壤性质和营养元素的有效性,通过对全区各元素在不同地貌类型条件下统计结果,其含量差异较大,尤以有机质、碱解氮、速效钾以及有效锌更为明显。例如碱解氮丘陵高地以积累为主(172.1mg/kg),缓坡地因地表流失含量较低(162.3mg/kg)、滩地处于两者之间(247.4mg/kg)和低湿洼地含量最高(1403.9mg/kg)(表 2)。

为了进一步弄清地貌类型对元素分布的影响作用,现用大仓乡水泉村地貌断面进行讨论(表 3)。

从表 3 可见,在典型地貌断面中,有机质、N、P、K 有效态在不同类型土壤中的含量规律表现为:丘陵高地含量低,缓坡地较贫,滩地较高,低湿洼地处于积累的现象。其规律与全区统计其地貌类型土壤含量规律具有一致性。丘陵高地类型要比缓坡地类型含量高,这一现象说明,丘陵高地多为天然草场,既不因耕种翻土而剥蚀,又不被种植收获而迁移。况且,放牧时又可进行有机粪便的积累。但缓坡地类型多为农田。该区的农业是广种薄收,只种不养以致土壤肥力不断下降,如不再注意培肥地力,将最终成为贫瘠的类戈壁滩^[5],进而使元素流失等。

3 不同土地利用类型对土壤营养元素有效态含量影响

对土地采取不同的利用方式将对土壤产生不同程度的影响,尤其是在农牧交错带,种植业的发展仅数十年历史,但由于广种薄收,经营粗放,土壤严重退化,荒漠化发展迅速。为此,该区应加强合理开发利用农田,调整农作物结构比,实施土壤改良措施逐步改善土壤理化条件,以提高土壤肥力水平。土壤营养元素含量见表 4。

表 2 不同地貌类型营养元素有效态含量

Table 2 Organic matter content and availability of nutrients in different topography

地貌类型 Topography	有机质 (g/kg)	N	P	K	Zn (mg/kg)	Mn	Fe	B	Mo
丘陵高地 Upland	59.2	172.1	6.70	108.3	0.61	13.46	22.23	0.52	0.052
缓坡地 Slope land	17.3 (0.23)	162.3 (23.4)	4.78 (0.76)	108.5 (21.6)	0.57 (0.18)	12.39 (2.14)	16.86 (3.61)	0.49 (0.15)	0.051 (0.027)
滩地 Low land	29.6 (7.7)	247.4 (24.8)	4.61 (1.70)	150.9 (20.7)	0.68 (0.21)	13.62 (1.74)	35.64 (5.18)	0.50 (0.11)	0.052 (0.030)
低湿洼地 Wet land	117.9	1403.9	10.00	113.4	1.05	13.08	70.97	0.42	0.017

注:括号内为标准差。

表 3 大仓乡水泉村不同地貌类型对有效态含量的影响

Table 3 Organic matter content and availability of nutrients in the topography profile in Shuiquan Village, Dacang, Duolun County

地貌类型 Topography	样品数 <i>n</i>	pH (水溶)	有机质 (g/kg)	N	P	K	Zn (mg/kg)	Mn	Fe	B	Mo
丘陵高地 ^①	6	7.8	12.3	111	1.0	132.3	0.46	11.26	16.76	0.30	0.051
缓坡地 ^②	26	8.1	8.9	92.8	1.0	130.5	0.50	8.30	8.52	0.23	0.021
滩地 ^③	21	8.9	12.2	136	1.0	122.7	0.46	7.72	16.38	0.25	0.043
低湿洼地 ^④	8	9.0	13.1	204	3.0	195.8	0.38	10.86	29.92	0.27	0.061

①Upland, ②Slope land, ③Low land, ④Wet land.

表 4 多伦县不同土地利用类型有效态含量

Table 4 Organic matter content and availability of nutrients in different types of land use

土地利用类型 Land use type	有机质 (g/kg)	N	P	K	Zn (mg/kg)	Mn	Fe	B	Mo
农田 ^①	26.9	258.7	6.32	123.5	0.78	13.97	37.29	0.48	0.06
沙化农田 ^②	14.4	138.1	4.95	111.9	0.62	13.62	15.21	0.48	0.04
草地 ^③	43.2	216.0	5.08	103.5	0.60	12.76	25.25	0.53	0.05
沙化草地 ^④	13.6	145.2	2.50	135.9	0.54	11.25	16.13	0.48	0.05

①Arable land, ②Desertified arable land, ③Grass land, ④Desertified grass land

由表 4 可以看出,一是从土地利用方面,农田与草地有机质相差 50%左右,而 N、P、Zn 等其它元素约在 30%左右,由于过度开垦和放牧,使农田和草地沙化,肥力下降。农田与沙化农田、草地与沙化草地相比,从有机质、N、P 和 Zn 的含量看,普遍相差在 20%~50%。据肖洪浪^[6]对河北坝缘筒育干润均腐土耕种过程的退化研究表明,土壤养分变化集中表现在两个方面:其一,土壤向贫瘠化方向演变。随耕龄增加,除土壤钾素的变化无规律外,土壤有机质、全 N、全 P 和速效养分含量总体呈明显降低,相对非耕地而言,0~20cm 耕作层养分的减幅多在 60%以上,丘陵高地耕层养分衰减的速率比平地耕种土更快。其二是在养分除 K 外在剖面随土层深度增加而线性衰减的变率,并且其值多是随耕龄的增加而减少的规律。二是耕层土壤颗粒组成的变化。区内土壤质地^[7]受母质影响表现出山地以砂壤和壤质为主,其粘粒含量在 20%左右,由于年复一年的耕种风蚀沙化过程,耕层明显粗化,肥力丧失。研究结果表明:相对耕龄较短 50a 的耕地,其最易风蚀的 0.002~0.05mm 的粉砂比例下降近 40%,在粗化过程中粒度分布具有倾向风积沙方面演变。三是土壤水分条件的变化。土壤质地,肥力和耕作过程直接影响土壤水分状况。随耕种时间增加,土层板结,土壤容重明显增大,如老耕地容重增加近 10%,0~50cm 土层容重加权平均值,平地耕作土从 1.47g/cm³ 增加到 1.57g/cm³,山地耕种土从 1.33g/cm³ 增加到 1.45g/cm³,其保水能力下降 50%左右^[6]。

4 土壤营养元素对作物产量的影响

针对该地区土壤微量元素缺乏现状,于 1996、1997 年分别在 5 个村对小麦、莜麦、玉米、大豆等作物施 B、Mn、Zn、Mo 以及复合微肥,共 180 多个小区试验和 100 多亩大田试验。结果看出硼肥平均增产

20.2%, 锰增产 11.5%, 锌增产 20%, 复合肥增产 23.5%, 铜增产 30%。现以几个试验为例, 说明微量元素肥料对作物增产的重要作用(表 5)。

表 5 多伦县农作物施用微肥的增产效果

Table 5 Effects of micronutrient fertilizers on the grain yields of several crops

农作物 Crop	施肥种类 Fertilizer	施肥量 (kg/hm ²)	增产率 Yield increase(%)		
			牛心山	温塘河	黑山嘴
小麦 Spring wheat	H ₃ BO ₃	11.3	10.1	6.8	
	MnSO ₄ H ₂ O	15.0	3.1	16.1	
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	22.5	17.3	5.2	
	B, Mn, Zn	22.5	23.2	17.8	
莜麦 Naked oats	H ₃ BO ₃	11.3	7.6	15.9	71.5
	MnSO ₄ H ₂ O	15.0	10.0	18.4	30.1
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	22.5	26.7	17.8	12.9
	B, Mn, Zn	22.5	6.7	17.8	4.8
蚕豆 Broad bean	(NH ₄) ₂ MoO ₄	土施(Drill)3.8	33.7		
		拌种(Seed treatment)0.30	30.2		

从表 5 看出, 微量元素对各种作物增产效果极为明显, 其主要原因是土壤营养元素多属低水平而制约着作物的产量。因此营养元素愈低的土壤其增产效果愈显著, 这就说明该区土壤微量元素中 B、Zn、Mo、Mn 供给能力均是影响农作物产量的主要因素。

5 结 语

不同土壤类型其元素有效态含量有明显差异。有机质有效 N、P、Mn、Fe 等, 随土壤所处的地形部位由高到低而呈现规律性变化, 有机质、N、P 含量差异还受地貌类型制约着, 以缓坡地肥力水平最低, 而微量元素有效态无明显变化规律, 且处于严重缺乏状态。风沙土除少量元素外, 大多明显低于其它土壤类型含量。

该区土壤 pH 值偏高是导致多种营养元素特别是 P、Zn、B 有效态含量偏低的主要因素, 但因该区域内土壤 pH 值变化不大, 不同土壤间营养元素有效态含量的差异主要是受有机质影响, 土壤有机质含量与 N、P、Zn、Fe 含量呈正相关。由此说明增加土壤有机质是提高营养元素含量的重要措施。此外, 草地经开垦成农田后, 肥力普遍下降, 而过度开垦, 只种不养使农田日益沙化, 肥力水平进一步降低。

通过以上说明, 土地利用类型是使土壤退化的人为因素, 而土壤有效磷的缺乏是根本, 微量元素有效态 B、Zn、Mo 等严重供应不足, 则是提高粮食产量的限制因子。

综上所述, 从地貌类型上, 缓坡地的肥力水平最低, 从土地利用类型上, 农田的肥力比草地低, 而农田沙化后肥力水平进一步降低, 都说明人为因素对土地不合理利用带来的严重后果。因此, 应增施有机肥和 N、P 肥配合施用微肥以提高土壤肥力和产量水平。除此之外, 还应加大力度调整土地利用结构, 实行“一退三还”, 即退缓坡耕地下山, 还林、还草、还生态, 促进生态效益的提高, 这样才能真正实现农牧业协调持续发展。

参考文献

- [1] 刘全友. 多伦县土壤营养元素分布特征研究. 刘公社主编. 北方农牧交错带可持续发展研究论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1999. 40~46.
- [2] 季 方, 等. 塔克拉玛干沙漠土壤化发生条件及对土壤性状影响. 中国沙漠, 16(2). 1996. 163
- [3] Adriado D C. Trace Elements in the Terrestrial Environment, Springer-Verlag New York Inc, 1986.
- [4] Knezek B D and Ellis B G. Essential Micronutrients IV; Copper, Iron, Manganese and Zinc. Ed. B. E. Davies. Applied Soil Trace Elements. John Wiley & Sons Ltd., 1980. 159~286.
- [5] 哈 斯. 坝上高原土壤不可蚀性颗粒与耕作方式对风蚀的影响. 中国沙漠, 1994. 14(4): 94.
- [6] 消洪浪, 等. 河北坝缘筒育干润均腐土耕种过程中的退化研究, 土壤学报, 1998. 35(1): 130~134.
- [7] Soil survey methods related to Soil Taxonomy. Fourth edition, SMSS technical monograph No. 6. Blacksburg, Virginia. 1990. 423.