

草畜系统对改良津、冀、鲁 盐碱荒地的效果

肖 冰 刘东臣

(河北农业大学)

摘 要

1992—1994年在天津市大港、山东省无棣县、河北省海兴县的盐碱荒地上建立草畜系统后,土壤的呼吸作用、固氮作用及硝化作用的强度都明显增大;土壤微生物生理群落和数量增多,活性增强;土壤腐殖质含量增加,但在不同栽培年限的苜蓿地土壤中,其含量变化不大。同时,土壤的蓄水性能明显提高。

中国是一个土地资源十分珍贵的国家。在现有的1.3亿公顷的耕地中,盐碱土就占了7%。在我国,盐碱荒地将是我国扩大耕地面积的主要后备土壤。无论从当前还是今后考虑,改良盐碱土仍是农业生产中一项重要任务。尽管冲洗、排水、增施有机肥料以及其它一些能够减少土壤水分蒸发,抑制盐分上升的农业耕作措施,已被认为是改良盐碱土行之有效的方法。但是冲洗、排水措施的应用中尚存在不少问题。如由于灌溉水资源日趋紧张,冲洗所需水分往往不易满足,而排水排盐又常与环境保护发生矛盾。盐水排入河流,势必将增加河水的盐分,从而影响灌溉和城市用水。因此,从生态和环境保护考虑,必须研究新的改良方法。为此,本文研究了在盐碱荒地建立草畜系统对土壤生物活性及土壤肥力的影响。盐碱荒地通过栽培牧草,使草食畜的大量粪尿能施入土壤,对于改良盐碱荒地的生物活性有明显效果。盐碱荒地既得到充分利用,又在利用中得到改良。

一、试 验 概 况

1992—1994年,分别在天津市大港、山东省无棣县、河北省海兴县盐碱荒地上栽培苜蓿,饲养草食畜,利用其粪尿施入土壤(即草畜系统)。然后在中心试区定期、定位采用田间监测和取土室内培养分析测试等手段,对涉及土壤生物活性的土壤呼吸作用强度、固氮作用强度、硝化作用强度、微生物生理群落变化以及土壤腐殖质含量、土壤水分状况等进行了监测。

二、试 验 结 果

(一) 草畜系统增强了土壤呼吸作用

关于土壤呼吸,在早期通常利用 CO_2 释放量来表征土壤的呼吸作用。据研究,土壤 CO_2 释放量与微生物总数,土壤中有机质量,以及有机残体分解过程强度存在一定的相关性。因此,可以认为对土壤呼吸过程的了解,主要是了解土壤生理生化过程的实质。

1992—1994年,我们于河北海兴县明泊洼农场和天津大港中心试区内种苜蓿地和对照地上,于苜蓿不同生育期内,定位(用“田间测定法”)连续3年进行测定。兹将结果列于表1。

从表1中可以看出两个问题,首先,随着种植苜蓿年限的延长,土壤呼吸强度增强。这主要是因为随着年限的增加,苜蓿根量增多,土壤中有机物质增多,供给微生物能源增多。微生物的数量增多,微生物活性增强,导致土壤呼吸强度增强。其次,土壤呼吸强度随苜蓿的不同生育期而变化。现蕾期之前,土壤呼吸强度逐渐增强,现蕾期之后土壤呼吸强度逐渐减弱。其原因是,现蕾期之前,苜蓿以营养生长为主,根量增加、微生物数量增多,微生物活性增强;另外,地温逐渐升高,所以土壤呼吸强度逐渐增加,现蕾期之后,苜蓿以生殖生长为主,养分主要输送到花、种子里,根增长的速度减慢,因此,土壤呼吸强度减弱。可见,盐碱荒地建立草畜系统后能增强土壤呼吸强度。

表1		土壤呼吸强度(g/m ² ·天)				
地 名	生 育 期					
	年 份	返青期	分枝期	现蕾期	盛花期	刈割期
天津大港	1992,一年生苜蓿地	6.81	7.02	7.75	7.32	6.59
	1993,二年生苜蓿地	7.21	7.73	8.51	8.03	7.25
	1994,三年生苜蓿地	7.86	8.51	9.37	8.85	7.96
	对 照	6.48	6.69	7.36	6.97	6.28
河北海兴	1992,一年生苜蓿地	8.02	8.26	8.69	8.41	7.99
	1993,二年生苜蓿	8.43	9.09	9.57	9.27	8.83
	1994,三年生苜蓿地	9.27	9.98	10.51	10.23	9.69
	对 照	7.64	7.87	8.27	8.01	7.61

(二) 草畜系统增强了土壤固氮作用

固氮作用是指在土壤固氮微生物群作用下固定大气氮的过程。因此可以根据土壤全氮量的变化来表示土壤固氮作用强度。

盐碱荒地建立草畜系统后提高了土壤固氮作用强度。兹将测定结果列于表2。

表2		土壤固氮作用强度(mg/g 土)				
地 名	生 育 期					
	年 份	返青期	分枝期	现蕾期	盛花期	刈割期
天津大港	1992,一年生苜蓿地	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
	1993,二年生苜蓿地	0.05	0.06	0.05	0.04	0.04
	1994,三年生苜蓿地	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
	对 照	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
河北海兴	1992,一年生苜蓿地	0.13	0.17	0.15	0.11	0.10
	1993,二年生苜蓿地	0.14	0.19	0.16	0.12	0.11
	1994,三年生苜蓿地	0.15	0.21	0.18	0.13	0.11
	对 照	0.12	0.16	0.14	0.10	0.09
山东无棣	1992,一年生苜蓿地	0.16	0.20	0.17	0.15	0.13
	1993,二年生苜蓿地	0.18	0.22	0.19	0.17	0.14
	1994,三年生苜蓿地	0.19	0.25	0.20	0.18	0.16
	对 照	0.15	0.19	0.16	0.14	0.12

从表2可以看出,盐碱荒地实行草畜系统时间愈长,土壤固氮作用愈强。因为时间愈长,残留于土壤中的枯枝落叶,根系愈多,增加了土壤有机质,有利于土壤微生物活动,固氮微生物数量增加,增强土壤固氮作用强度。另外,在苜蓿的不同生育期,其固氮作用强度是两头弱,中间

强,高峰出现在分枝期,因为分枝期苜蓿根瘤正处在年轻旺盛阶段,固氮作用最强。花期后固氮作用降低,因为苜蓿开花和生殖生长开始标志着叶片迅速衰老,固氮作用随着作物成熟根瘤迅速衰老并锐减。这是由于根部光合产物的供应量减少所致。

(三) 草畜系统增强了土壤硝化作用

土壤硝化作用强度可作为判断排灌、客土、调节土壤酸度等改土措施,以及新垦地熟化程度的一个指标。同时在探讨旱地土壤供氮能力时具有重要意义。盐碱荒地建立草畜系统后增强了土壤硝化作用强度(表3)。

表3中资料表明,盐碱荒地建立草畜系统时间愈长,土壤硝化作用强度愈大。因为实行草畜系统之后,增加了土壤有机质,为土壤动物及微生物提供了必需的营养物质,提高了土壤中动物和微生物的活性,使比较紧实的土壤变得比较疏松,增强了土壤的缓冲性能,改善了土壤的水气热状况,增加了土壤通气及热容量,为硝化细菌的生活和生长提供了适宜的土壤条件。增强了土壤的供氮强度和供氮水平。

表3 土壤硝化作用强度 (mg/g 土)

地 名	生 育 期					
	年 份	返青期	分枝期	现蕾期	盛花期	刈割期
天津大港	1992,一年生苜蓿地	0.012	0.027	0.076	0.191	0.083
	1993,二年生苜蓿地	0.131	0.031	0.084	0.213	0.092
	1994,三年生苜蓿地	0.139	0.034	0.092	0.235	0.029
	对 照	0.011	0.026	0.072	0.182	0.078
河北海兴	1992,一年生苜蓿地	0.014	0.031	0.088	0.223	0.119
	1993,二年生苜蓿地	0.015	0.035	0.097	0.246	0.132
	1994,三年生苜蓿地	0.017	0.037	0.108	0.269	0.147
	对 照	0.013	0.029	0.084	0.211	0.113
山东无棣	1992,一年生苜蓿地	0.018	0.041	0.138	0.259	0.216
	1993,二年生苜蓿地	0.020	0.045	0.155	0.288	0.239
	1994,三年生苜蓿地	0.022	0.051	0.166	0.315	0.261
	对 照	0.017	0.039	0.131	0.247	0.205

从苜蓿的整个生育期可以看出,从返青期至盛花期硝化作用逐渐增强。原因是由于在返青期,气温和地温都很低,这些条件直接影响了硝化细菌的活动,因而硝化作用很微弱。现蕾期至盛花期,温度明显上升,通气良好,因而硝化作用明显增强。

(四) 草畜系统丰富了盐碱荒地微生物生理群落

施入到土壤中的有机物质和化肥等能转化成植物可直接吸收利用的形态,主要是由于土壤中存在大量微生物。土壤中微生物的数量是土壤肥力的一个重要指标。试验中选择3个菌种,即好气性自生固氮菌、根瘤菌、纤维素分解菌。测试方法用稀释平板法;用混菌法接种。在整个试验期间3种微生物群落在苜蓿不同生育期的数量统计见表4。

表4中资料表明,盐碱荒地建立草畜系统年限愈长,微生物的数量愈多。苜蓿是多年生牧草,种植时间愈长,根系扩展的范围愈广,根量也愈大,因此好气性自生固氮菌、纤维素分解菌、根瘤菌的数量愈多。

在整个生育期内从返青期至盛花期3种微生物数量呈上升趋势。在返青期地温低于20℃微生物活动能力很弱,随着气温的升高,苜蓿生长很快,根量逐渐增加,分泌物随之增加,到盛花期3种微生物数量达到最高峰。

表4 3种微生物不同年限不同生育期生理群落变化(个/g 土)

地 名	年 限	菌 类	生 育 期				
			返青期	分枝期	现蕾期	盛花期	刈割期
山东无棣	第一年	X	5.05×10^3	5.09×10^3	7.02×10^3	7.72×10^3	7.38×10^3
		G	2.29×10^7	2.81×10^7	3.50×10^7	3.92×10^7	3.73×10^7
		H	4.98×10^4	6.49×10^4	8.87×10^4	9.01×10^4	8.90×10^4
	第二年	X	6.56×10^3	6.97×10^3	7.46×10^3	8.32×10^3	8.11×10^3
		G	3.03×10^7	3.01×10^7	4.01×10^7	4.65×10^7	4.21×10^7
		H	6.75×10^4	6.81×10^4	8.28×10^4	8.81×10^4	8.62×10^4
	第三年	X	1.12×10^4	1.32×10^4	1.35×10^4	1.44×10^4	1.41×10^4
		G	3.41×10^7	4.01×10^7	5.16×10^7	5.71×10^7	5.65×10^7
		H	7.18×10^4	9.39×10^4	10.97×10^4	12.01×10^4	11.71×10^4
	对照	X	5.26×10^2	5.31×10^2	5.92×10^2	5.72×10^2	5.65×10^2
		G	0.95×10^7	1.21×10^7	1.31×10^7	1.61×10^7	1.42×10^7
		H	3.69×10^4	3.58×10^4	4.10×10^4	4.39×10^4	4.21×10^4
河北海兴	第一年	X	481×10^3	4.83×10^3	6.91×10^3	7.24×10^3	6.98×10^3
		G	2.18×10^7	2.52×10^7	3.41×10^7	3.47×10^7	3.43×10^7
		H	4.83×10^4	6.09×10^4	8.17×10^4	8.72×10^4	8.31×10^4
	第二年	X	6.24×10^3	6.81×10^3	7.41×10^3	7.96×10^3	7.58×10^3
		G	2.87×10^7	2.86×10^7	3.95×10^7	4.02×10^7	3.98×10^7
		H	6.41×10^4	6.48×10^4	7.89×10^4	8.25×10^4	7.99×10^4
	第三年	X	1.06×10^4	1.26×10^4	1.28×10^4	1.31×10^4	1.27×10^4
		G	3.24×10^7	3.81×10^7	4.91×10^7	5.18×10^7	5.02×10^7
		H	6.84×10^4	8.94×10^4	10.45×10^4	11.21×10^4	10.91×10^4
	对照	X	5.01×10^2	5.14×10^2	5.83×10^2	5.69×10^2	5.61×10^2
		G	0.91×10^7	1.01×10^7	1.18×10^7	1.34×10^7	1.21×10^7
		H	3.51×10^4	3.41×10^4	3.91×10^4	4.18×10^4	4.02×10^4
天津大港	第一年	X	4.56×10^3	4.59×10^3	6.51×10^3	7.01×10^3	6.78×10^3
		G	2.07×10^7	2.39×10^7	3.24×10^7	3.31×10^7	3.28×10^7
		H	4.59×10^4	5.79×10^4	7.78×10^4	8.29×10^4	7.89×10^4
	第二年	X	5.94×10^3	6.51×10^3	7.01×10^3	7.53×10^3	7.17×10^3
		G	2.71×10^7	2.69×10^7	3.75×10^7	3.81×10^7	3.78×10^7
		H	6.11×10^4	6.13×10^4	7.51×10^4	7.59×10^4	7.62×10^4
	第三年	X	1.01×10^4	1.19×10^4	1.21×10^4	1.24×10^4	1.20×10^4
		G	3.08×10^7	3.62×10^7	4.70×10^7	5.01×10^7	4.74×10^7
		H	6.49×10^4	8.48×10^4	9.94×10^4	10.66×10^4	10.31×10^4
	对照	X	4.70×10^2	4.92×10^2	5.62×10^2	5.47×10^2	5.42×10^2
		G	0.87×10^7	0.97×10^7	1.01×10^7	1.26×10^7	1.15×10^7
		H	3.3×10^4	3.1×10^4	3.72×10^4	4.01×10^4	3.87×10^4

* 表中 X 代表纤维素分解菌;G 代表根瘤菌;H 代表好气性自生固氮菌。

(五) 草畜系统增加了盐碱荒地的腐殖质累积

据研究,栽培苜蓿后土壤中累积的腐殖质数量是相当大的,这对于土壤的改良有着良好的作用。我们于1984—1993年对河北海兴县明泊洼不同栽培年限苜蓿地土壤中的腐殖质进行了测定,结果列于表5。

从表5可以看出,栽培苜蓿后土壤腐殖质皆比连作小麦地大大提高。一般看来,表层0—7cm 增加量最多,为半倍至一倍,7—15cm 的增加量次之,15—20cm 增加量较少。上层增加较多的原因是由于栽培苜蓿多年来脱落于地表的残枝枯叶经过刈割后的耙耘等措施混于表层逐渐分解所致;不同栽培年限苜蓿地腐殖质含量变化不大,以6月份测定结果为例,栽培3—8年苜蓿地0—3cm 的腐殖质含量变动在16.3—18.

0g/kg 之间,3—7cm 腐殖质含量变动范围为12.5—13.0g/kg,7—15cm 变动范围为10.8—11.3g/kg。这种情况使我们考虑到既然栽培3年与栽培8年的腐殖质积累量差异不大,故缩短栽培年限仍会收到改良土壤的良好效果。当然,栽培年限长一些,在翻耕后可能分解的腐殖质数量会多一些,维持肥效的时间会长一些。但是靠延长年限以提高肥力就不如把年限缩短更为有效,因为缩短年限后就可使苜蓿栽培在更大的轮作面积上,使所有的土地都可以得到改良。

(六) 草畜系统提高了盐碱荒地的蓄水性能

草畜系统引起盐碱荒地水分的一系列变化,概括起来说,水分在栽培苜蓿后先消耗,翻耕苜蓿后再恢复,最后则大大提高土壤蓄水性能。

1. 盐碱荒地种植苜蓿后土壤水分的消耗

苜蓿是深根作物,枝叶繁茂,生长量很大,每年需刈割数次,故需消耗大量的土壤水分。干旱地区由于雨水较少,苜蓿从土壤深层吸收了土壤水分后就造成深层土壤的干旱状态。一般认为谷茬地是比较旱的,但是新耕翻的苜蓿地比谷茬地水分还少。

苜蓿地在秋耕后,连作地在收谷子后,进行同样耕作。从两次水分测定结果(表6)看出,苜蓿地各层土壤水分皆比谷茬地要低,特别是下层土壤水分更少,这说明苜蓿在生长期间消耗了大量的土壤水分,在翻耕后的短期内还未获得补充。

表6 新翻苜蓿地与谷茬地土壤水分含量

		不同深度(cm)土壤含水量(g/kg)					
测定日期	地别	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60
4月10日	新翻苜蓿地	30.2	99.7	99.1	95.7	99.4	106.1
	谷茬地	31.6	111.1	121.8	124.2	121.0	126.4
5月20日	新翻苜蓿地	45.6	105.6	98.7	91.6	94.1	116.6
	谷茬地	45.4	94.6	95.6	107.8	117.3	122.7

注:土壤质地为粉砂壤土。

2. 苜蓿地翻耕后土壤水分的恢复

我们选择了同一块苜蓿地不同时间翻耕的地段与未翻耕地段进行了土壤水分的测定。从测定结果(表7)可以看出,秋翻耕苜蓿地与春翻苜蓿地土壤水分较高,春翻苜蓿地又比未翻耕苜蓿地土壤水分高。

可见,苜蓿地在翻耕以后,土壤水分已逐渐得到补充。

从表8可以看出,经过夏季多雨季节,40cm 以上土壤含水量已经超过了连作地,到1993年9月已经过了两个夏季,在60cm 土层内土壤含水量也超过了连作地。这表明了草畜系统能大大提高盐碱荒地的蓄水性能。

表7 苜蓿地翻耕时间与土壤水分的关系(6月4日测定)

地别	不同深度(cm)土壤含水量(g/kg)				
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50
秋翻苜蓿地	30.7	90.3	86.0	93.1	107.6
春翻苜蓿地	45.1	72.1	81.3	89.4	104.6
未翻苜蓿地	18.5	44.5	56.7	64.7	71.1

表8 翻耕第二年苜蓿地土壤含水量(g/kg)

土壤深度 (cm)	1992年								1993年					
	6月6日 苜蓿地 连作地		7月11日 苜蓿地 连作地		9月8日 苜蓿地 连作地		9月30日 苜蓿 连作		2月18日 苜蓿 连作		3月23日 苜蓿 连作		4月30日 苜蓿 连作	
0—10	126	92	167	158	184	161	151	107	208	171	129	140	140	125
10—20	168	117	143	144	191	161	186	170	200	187	178	157	155	119
20—30	170	105	188	154	175	181	196	172	221	183	223	163	144	155
30—40	112	118	169	157	201	172	195	159	230	154	185	144	142	123
40—50	136	136	145	158	197	175	211	161	236	158	203	214	165	169
50—60			161	203	203	207	199	198	234	197	219	178	136	183

三、小 结

在天津大港、山东无棣、河北海兴盐碱荒地建立草畜系统后对土壤有以下几方面的影响：

1. 盐碱荒地建立草畜系统时间愈长,土壤的固氮作用、硝化作用和呼吸作用的强度都呈上升趋势。土壤中微生物数量增加,微生物活性增强。

2. 草畜系统提高了盐碱荒地的蓄水性能。

3. 不同栽培年限的苜蓿地腐殖质含量变化并不大。这为缩短年限使苜蓿栽培在更大的面积上轮作,提供了可靠的理论依据。

参 考 文 献

[1] 陕西省农林科学院土肥所,草木栖对土壤氮素影响的研究,土壤,第2期,87—88页,1976。

[2] 陈禹章等,二年生白花草木栖氮素积累与运转的研究,土壤通报,第1期,33—35页,1982。

[3] 陈汉清,豌豆不同生育期根瘤固氮作用及固氮酶活性,国外农学—土壤肥料,第1期,第53页,1982。

[4] 蔡通基等,紫云英对土壤有机质积累影响的研究,土壤肥料,第4期,19—23页,1982。

[5] 陈礼智等,绿肥对土壤有机质积累影响的研究,土壤肥料,第4期,23—25页,1982。

[6] 张婉娴,一年生草木栖营养的积累与矿化的研究,东北农学院学报,第4期,47—52页,1984。

[7] 张镜清等,农作物根茎培肥土壤作用,土壤通报,15卷,第2期,63—64页,1984。

[8] 浙江农业大学农化教研组,紫云英根瘤菌菌株固氮效果的比较,土壤,第4期,1976。

[9] 程岩等,氮钾肥对大豆根瘤形成及固氮酶活性影响,东北农学院学报,第1期,26—30页,1986。

[10] 王宇,论绿肥在农牧结合中的作用,绿肥专辑(3),31—34页,1982。