

氨水对土壤与作物的影响

H. C. 阿夫多宁 J. C. 卡普魯諾娃

(国立莫斯科大学)

液体氮肥近年来在苏联已开始应用。这种肥料的优越性在于：它生产比较简单和便宜，而用全部机械化可施于土壤内。液体氮肥的应用发展很迅速。氨的水溶液，或所谓氨水，在苏联和波兰人民共和国得到了优先的普及。

1956—1958年在乌克兰、中亚细亚、西伯利亚与苏联非黑土地带的中部地区曾进行了液体的氮素肥料的广泛的试验。所有这些试验表明，液体的氮素肥料按本身的肥效来说，等于固体的氮素肥料，或者稍微超过它。目前在已发表的试验资料里，已研究了当液体肥料一次施入土壤内的情况下它的作用。而对肥料完满的和最后的评价值不仅需要了解后效，而且在同一地点有系统的施用后对土壤和作物的影响。为了解决这个任务，我们于1956年用氨水进行了大田和盆栽试验。用硫酸铵和硝酸盐的硝石与其作比较；在一公顷地上利用过磷酸钙与氯化钾有效物质60公斤作为基肥。氮素肥料按100计算加入。在无机肥料的盆栽试验中，一公斤土内加入0.1克的有效物质。

大田试验是在酸性弱度熟化的生草灰化壤质土壤上进行，做四次重复。试验地段的一半是没有施用石灰，另外的一半根据水解性酸度施用石灰。每年在酸性土壤上和施用过石灰的土壤上各播种2种作物。酸性弱度熟化的土壤，也就是按水解性酸度得到石灰的那种土壤以及中度熟化的土壤利用作盆栽试验。这样一来，在进行试验的土壤上有下列的原始的农业化学指标(表1)。

肥料是每年施入土内。利用燕麦(稳定的作物)、春小麦(对酸度与其他生草灰化土不良的性质敏感的作物)、箭舌豌豆(按本身对土壤不良的性质的敏感性

来说，它在燕麦与春小麦之间占着中等的位置)、冬黑麦与冬小麦作为试验作物。

关于氨水与其他的氮素肥料对土壤性质变化的影响问题，我们开始研究。

大家知道，硫酸铵是生理酸性盐，会使生草灰化土壤的性质恶化。这种肥料里的氮素，植物吸收的能力比硫酸根快。因此，土壤中的酸性残余物从硫酸铵分离出而聚集起来。如所周知，氨水乃是碱性的。可以认为，在酸性的生草灰化土内施用氨水时，会使土壤变为碱性环境。为了研究这些过程，我们于四年之内在大田和盆栽试验的条件下，有系统地研究了在施肥的影响下土壤的农业化学性质的变化。

大田试验中的这些研究结果的一部分在表2里说明。表2的资料是在收获之后分析酸性生草灰化土(没有施用石灰)得到的结果。它们表明，在硫酸铵的影响下，水解性与代换性酸度显著地增多，土壤的盐基饱和度降低了，活性态的锰和铝的含量有显著的增加。相反，在硝酸盐的硝石的影响下，几乎所有这些指标都降低了。硫酸铵的应用，使酸性生草灰化土的性质向着恶化方面进行，而硝酸盐的硝石是向好的方面发展。这个原则早已公认。特别有趣的是氨水对土壤的影响比硫酸铵小些，但仍然使生草灰化土的农业化学性质恶化。在氨水的作用下，水解性的与代换性酸度增多了，吸收性盐基总量减小了，活性态的铝和锰的含量大大地增多了。同时这个不良的作用随着时间而加强。

我们不仅在酸性的，而且在施用石灰的与充分熟化的生草灰化土上，研究了在施肥影响下农业化学性质的变化。硫酸铵与氨水在施用石灰的土壤里，对土壤的农业化学性质影响很小。在氨水的影响下，代换

表1 试验土壤的农业化学指标

土 壤	pH (盐提取液)	酸度 (毫克当量/100克土)		盐基饱和度 (%)	锰 (100克土的毫克)	铝 (100克土的毫克)	醋酸提取液中的 五氧化二磷
		水解性的	代换性的				
酸性的弱度熟化的	5.0	5.27	0.88	52.2	0.33	7.7	2.4
酸性的弱度熟化土加石灰	6.4	2.34	0.10	90.2	痕迹	0.81	—
中度熟化的	5.8	4.66	0.05	67.2	0.45	0.41	6.6

表2 肥料对改变土壤的农业化学性质的影响

試驗处理	酸度(毫克当量/100克土)		pH (盐提取液)	盐基饱和度 (%)	錳	鋁
	水解性的	代換性的			(100克土的毫克)	
种春小麦的地段(1957年)						
磷鉀(基肥)	5.70	0.62	5.0	55	0.78	4.94
磷鉀加硫酸銨	6.74	1.65	5.0	39	7.08	13.77
磷鉀加氨水	5.78	1.12	5.0	50	6.65	9.81
磷鉀加硝酸鈉	4.49	0.62	5.2	58	0.65	4.94
种箭舌豌豆和燕麦的混合地段(1958年)						
磷鉀(基肥)	7.10	0.70	4.6	54	1.76	5.71
磷鉀加硫酸銨	10.05	1.72	4.5	41	7.06	14.93
磷鉀加氨水	9.80	1.28	4.6	44	9.56	11.14
磷鉀加硝酸鈉	7.20	0.51	4.6	58	2.74	4.12
种冬黑麦的地段(1959年)						
磷鉀(基肥)	6.3	0.8	4.6	53	1.7	7.1
磷鉀加硫酸銨	8.1	2.0	4.6	39	9.0	17.9
磷鉀加氨水	7.8	1.8	4.6	41	5.7	15.6
磷鉀加硝酸鈉	5.4	0.4	4.7	56	1.8	3.1
种冬小麦的地段(1959年)						
磷鉀(基肥)	5.9	0.6	5.3	65	痕跡	5.7
磷鉀加硫酸銨	7.8	1.7	5.0	54	7.5	15.0
磷鉀加氨水	7.8	1.3	5.0	55	7.1	11.0
磷鉀加硝酸鈉	5.7	0.3	5.6	65	2.2	2.4

性酸度沒有变化,而水解性酸度虽不明显,但毕竟变化了。如,在石灰、磷与鉀的基肥里水解性酸度等于1.74毫克当量/100克土,而施用硫酸銨与氨水时是2.59—2.67毫克当量/100克土,所有肥料在施用石灰的土壤上活性态的鋁和錳几乎没有(痕跡)。

在盆栽試驗里得到的土壤分析結果的一部分在表3中表明。

从表3看出,在氨水的影响下,盆栽試驗里的酸性土壤的农业化学性质恶化的程度比在硫酸銨的影响下显著地小些。在中度熟化的土壤上,連續三次施用硫

表3 肥料对土壤的农业化学性质变化的影响(在三次施肥之后)

試驗处理	酸度(毫克当量/100克土)		pH (盐提取液)	盐基饱和度 (%)	錳	鋁
	水解性的	代換性的			(100克土的毫克)	
酸性的弱度熟化的土壤						
磷鉀(基肥)	4.2	0.8	5.3	46	20.6	3.1
磷鉀加硫酸銨	6.1	1.9	4.8	22	33.8	3.6
磷鉀加氨水	5.5	0.8	5.1	44	14.4	—
磷鉀加硝酸鈉	3.6	0.5	5.9	57	13.4	2.1
不需要施用石灰的中度熟化的土壤						
磷鉀(基肥)	3.8	0.3	6.2	64	痕跡	2.1
磷鉀加硫酸銨	5.3	0.6	5.5	44	痕跡	3.6
磷鉀加氨水	4.2	0.4	5.8	56	痕跡	1.3
磷鉀加硝酸鈉	3.3	0.1	6.2	68	痕跡	0.7

酸铵,它的性质实际上向着恶化的方向发展,可是在氨水的影响下,土壤的性质变化是不显著的。为了研究硫酸铵与氨水中的氮在土壤内的转化,我们在3年之内,均计算了在酸性和施用石灰的土壤上在不同的作物的大田试验里氮与硝酸盐的动态。1956与1958年的分析结果在表4里说明。

大家知道,土壤中施用氨态氮,在它经过硝化作用呈硝酸盐形态以后才能被作物直接利用。由于这个缘故,需知道在多大的时期内,氮转变为硝酸盐的形态。

表4的数字表明,氮的硝化作用过程,甚至在酸性的生草灰化土里8月份才结束。根据全部处理来看,在9、10月份,土壤中氮的数量平稳而不多。在施用石灰的土壤上,果然不出预料,硝化作用过程进行的比在酸性土壤上显著地快。春天之前,在土壤的耕作层内施用的氮与硝酸盐,在整个小区内是很少的(痕迹)。这样一来,氮肥(硫酸铵与氨水)在耕作层里,只能保存一个生长期。

特别有趣的是氨水的硝化作用过程进行的比硫酸

铵显著地快。如根据1958年的分析资料,在6月里,施用硫酸铵的小区里,发现硝酸盐是3.2毫克/100克土,而施用氨水的小区是11.8毫克,在7月里,施用硫酸铵的小区是8.2毫克,而施用氨水的小区是18.4毫克。这样的规律性,在3年之内的所有试验中都出现过。想作这样的解释:土壤的酸度,在初次施用氨水时,被减小了并给硝化细菌创造了比较有利的条件。硫酸铵为生理酸性盐类,使土壤酸化并使土壤的其他性质恶化,结果给硝化细菌创造了比较不利的条件。

在评价不同形态的肥料时,产量是基本的标准。3年大田试验的结果引于表5。

在酸性的弱度熟化的土壤上,施用硝酸盐的硝石,得到最多的增产额,最少的是硫酸铵。氨水在上面所指出的肥料中,占有中间的位置。在1956与1958年施用氨水后的产量,增产额已高于施用硫酸铵的增产额。在施用石灰的土壤上,施用氨水与硫酸铵时,它们两者之间的重要区别是不明显的。

春小麦、冬黑麦与冬小麦大田试验结果列于表6。

表4 肥料对生草灰化土的氮与硝酸盐的动态的影响(毫克/100克土)

试验处理	1956年						1958年					
	7月		8月		10月		6月		7月		8月	
	铵	硝酸根	铵	硝酸根	铵	硝酸根	铵	硝酸根	铵	硝酸根	铵	硝酸根
磷钾(基肥)	2.0	痕迹	5.2	痕迹	2.2	没有	5.1	2.4	4.4	痕迹	痕迹	痕迹
磷钾加硫酸铵	4.4	0.6	3.2	”	3.2	”	18.6	3.2	9.4	8.2	6.7	14.0
磷钾加氨水	7.9	8.3	4.2	4.1	3.5	0.9	15.6	11.8	11.4	18.4	6.2	30.4
磷钾加硝酸钠	2.5	2.9	2.4	0.5	3.5	没有	4.4	34.5	3.7	20.1	痕迹	4.7
石灰	2.3	痕迹	3.4	痕迹	2.9	”	4.1	4.9	2.3	4.6	”	6.2
石灰加磷钾	2.3	”	2.6	”	3.0	”	3.8	4.0	2.8	3.4	”	痕迹
石灰加磷钾加硫酸铵	4.4	1.6	3.8	”	2.7	”	6.4	14.6	2.6	12.1	”	16.46
石灰加磷钾加氨水	4.3	8.9	4.0	4.3	2.8	1.1	10.2	13.9	2.5	21.7	”	36.50
石灰加磷钾加硝酸钠	2.5	1.9	1.8	0.7	3.3	没有	4.4	43.3	5.2	24.3	”	40.4

表5 不同形态氮肥对燕麦(籽粒,1956与1957年)与箭舌豌豆-燕麦混合(1958年)产量的影响

试验处理	1956年		1957年		1958年	
	产量	增产额	产量	增产额	产量	增产额
	(公担/公顷)					
磷钾(基肥)	22.2	—	11.5	—	15.0	—
磷钾加硫酸铵	31.4	9.2	20.5	9.0	17.5	2.5
磷钾加氨水	33.5	11.3	20.5	9.0	18.6	3.6
磷钾加硝酸钠	38.8	16.6	21.0	9.5	22.3	7.3
磷钾加石灰加硫酸铵	32.2	8.7	26.6	5.6	23.5	4.0
磷钾加石灰加氨水	30.2	6.7	25.5	4.5	—	—
磷钾加石灰加硝酸钠	37.0	13.5	21.5	0.5	23.2	3.7
磷钾加石灰	23.5	—	21.0	—	19.5	—

大家知道，春小麦向土壤肥力水平提出高度的要求；过高的酸度、活性态的铝与生草灰化土的其他不良的性质，使它的发育与产量受到不良的影响。这些条件从表6可以看出，氨水比硫酸铵有显著的优越性。

在施肥一次时（1956年），春小麦籽粒产量的增产额是：施用硫酸铵者为6.9%，而施用氨水是35.8%。在石灰对照地上，氨水与硫酸铵的作用实际上一样。

春小麦3年盆栽试验的结果在表7里说明。

从表7看出，在酸性熟化的土壤上，一次施用氨水与硫酸铵时，保证了这种作物产量大致一样的增产额。

在酸性土壤上，硫酸铵施用之后，在第二年与第三年使作物遭到全部死亡。而氨水在第二年曾获得产量的高额增产。连续3次施用硫酸铵之后，作物死亡了，而在施用氨水的条件下，虽然与施用基肥（PK）相比较，产量的增产额不突出，尚获得满意的产量。在不需要施用石灰的石灰性中度熟化的土壤上，硫酸铵按本身的肥效来说，不亚于氨水。

用燕麦作试验，在3年盆栽试验中得到类似的结果。

表6 不同形态的氮肥对粮食作物产量的影响(大田试验)

试验处理	1956年		1959年			
	春小麦		冬小麦		冬黑麦	
	籽粒产量	增产额	籽粒产量	增产额	籽粒产量	增产额
	(公担/公顷)					
磷钾(基肥)	7.8	—	13.3	—	15.7	—
磷钾加硫酸铵	8.3	0.5	16.4	3.1	22.8	7.1
磷钾加氨水	10.6	2.8	20.1	6.8	24.7	9.0
磷钾加硝酸钠	8.7	0.9	13.8	5.5	22.8	7.1
磷钾加石灰	8.7	—	17.4	—	20.0	—
磷钾加石灰加硫酸铵	9.3	0.6	24.1	6.7	25.2	5.2
磷钾加石灰加氨水	9.8	1.1	25.2	7.8	25.7	5.7
磷钾加石灰加硝酸钠	9.7	1.0	27.1	9.7	26.0	6.0

表7 不同形态的氮肥对春小麦产量的影响

试验处理	1956年		1957年		1958年	
	籽粒产量					
	克/盆	%	克/盆	%	克/盆	%
酸性弱度熟化的土壤						
磷钾(基肥)	3.05	100	0.86	100	5.10	100
磷钾加硫酸铵	5.07	166	没有	没有	没有	没有
磷钾加氨水	5.69	186	2.4	279	4.61	90.3
磷钾加硝酸钠	6.21	203	2.3	267	7.44	145
磷钾加石灰	3.64	109	4.9	100	5.90	100
磷钾加石灰加硫酸铵	7.66	210	4.3	87.7	8.15	138
磷钾加石灰加氨水	7.00	192	5.2	106	6.85	116
磷钾加石灰加硝酸钠	8.60	236	4.8	97.9	8.65	146
中度熟化的土壤						
磷钾(基肥)	2.23	100	3.5	100	4.5	100
磷钾加硫酸铵	5.01	224	3.0	85.7	10.9	242
磷钾加氨水	5.24	234	5.7	162	9.3	206
磷钾加硝酸钠	6.34	234	3.5	100	8.7	193

结 论

1. 氨水的肥效取决于土壤的性质、在同一地点上应用时间的长短与作物的生物学特性，在酸性弱度熟化的生草灰化土上，氨水本身肥效超过硫酸铵。氨水比硫酸铵的这种优越性，是随着在同一地点上，有系统地种植对酸性土壤不良性质有高度敏感的作物的应用而增加。硝酸盐是酸性土壤上比较好的氮肥形态。在施用石灰的熟化土壤上，不同形态的氮肥，在肥效方面的差别甚小。

2. 在氨水的影响下，酸性土壤中的水解性与代换性的酸度增多，吸收性盐基总量减小，活性态的铝和锰的含量增高。氨水对土壤的这种影响，是在有系统地应用它时加强起来。硫酸铵对土壤不良的作用，显著地超过氨水。在施用石灰的熟化土壤上，氨水不良的影响几乎没有。

3. 甚至在酸性的土壤上，氨水与硫酸铵的氨的硝化作用过程在7—8月初结束。在利用氨水肥料的情况下，硝化作用比施用硫酸铵时进行的快。

(郭焕忠译自苏联“农作学”杂志，1960年，第2期。严蕊芬校)