

甘肃省农田氮磷流失特征及影响因素研究

杨虎德¹, 马彦², 冯丹妮¹

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为进一步摸清甘肃省当前生产条件下农田氮、磷流失污染现状及其影响因素, 基于第一次污染源普查在甘肃设立的17个一般监测点和第二次污染源普查前在甘肃设立的17个面源污染国控监测点, 对甘肃省农田土壤氮、磷流失特征及影响因素进行了调查研究。结果表明: 影响氮磷面源污染的因素有施肥量、降水量、灌溉量、坡度、土壤性质、种植物类型、施肥方式、地面耕作方式等, 其中施肥量、降水量和灌溉量为主控因素。甘肃省肥料总氮流失量20 493.44 t/a, 总磷流失量1 387.93 t/a, 总氮和总磷流失最多的地区为陇南市, 最少的为嘉峪关市。

关键词: 甘肃; 农田; 氮磷流失; 面源污染; 影响因素

中图分类号: X53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)02-0021-07

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2020.02.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.02.006)

Characteristics and Impact Factors of Nitrogen and Phosphorus Loss in Farmland in Gansu Province

YANG Hude¹, MA Yan², FENG Danni¹

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agriculture Science, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agriculture Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: To further make clear the status of nitrogen (N) and phosphorus (P) loss pollution in the farmland and related impact factors under the current production conditions in Gansu Province. Based on the 17 general monitoring points established in Gansu Province in the First National Pollution Source Survey and the other 17 on-point source pollution national control monitoring points established in Gansu Province before the Second National Pollution Source Survey, characteristics and the impact factors of N and P loss were investigated in above 34 points. The results showed that the factors affecting the non-point pollution of N and P included fertilization amount, rainfall, irrigation amount, slope, soil properties, planting pattern, fertilization method, tillage method and so on. The amounts of fertilization, rainfall and irrigation were the key factors. In Gansu Province, the total N and total P loss reached 20 493.44 t/a and 1 387.93 t/a, respectively. The most serious loss located in Longnan City, while the least loss located in Jiayuguan City.

Key words: Gansu; Farmland; Nitrogen and phosphorus loss; Non-point source pollution; Influencing factors

近年来, 农田施肥氮、磷等元素的过量投入与流失使农田面源污染在整个农业面源污染中所占的比例越来越高, 农田化肥面源污染这一环境问题在全世界范围内已经十分

收稿日期: 2019-10-22

基金项目: 甘肃省科技计划资助“甘肃省农田土壤N、P面源污染特征及防控技术研究”(1604FKCA 125)。

作者简介: 杨虎德(1967—), 男, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事农业面源污染研究工作。联系电话: (0)13919085206。Email: 596259707@qq.com。

通信作者: 马彦(1965—), 男, 甘肃静宁人, 副研究员, 主要从事农业面源污染研究工作。联系电话: (0)13893313919。Email: 289782884@qq.com。

突出^[1]。2010 年《第一次全国污染源普查公报》显示, 全国农业源污染物排放对水环境的影响较大, 农业面源污染已经成为我国水体污染中氮、磷的主要来源, 其总氮、总磷的排放量分别为 270.46 万 t 和 8.40 万 t, 分别占排放总量的 57.2% 和 67.4%^[2]。目前, 同发达国家化肥平均利用率 60%~70% 相比, 中国仅有 30%~35%, 甘肃约 30% 左右, 大部分通过地表径流、地下淋溶、渗漏、挥发等损失掉。这种现象在甘肃各地都不同程度地存在, 尤以灌区为重, 在蔬菜、瓜果等高用肥作物种植区表现得尤为突出^[3]。大量剩余的化肥被淋洗或通过径流损失, 流失的化肥成了环境污染源, 导致环境污染加剧^[4]。大量研究表明, 农业面源污染的第一位污染物是氮磷肥料^[5]。农田氮磷流失过程和特征既受降水过程影响, 又随点位特征变化, 不同地点农田作物类型、种植制度、地下水位、地形条件、排灌水方式、土壤氮磷养分含量、施肥方式、施肥期、施肥量不同, 会导致流失方式和特征的显著变化^[6]。为摸清甘肃当前生产条件下, 总氮、总磷、铵态氮和溶解性总磷通过地表径流和地下淋溶对土壤和水环境的污染规律及污染现状, 分析甘肃农田土壤氮、磷流失的主要影响因素, 基于第一次污染源普查在甘肃设立的 17 个一般监测点(2006—2008 年)和第二次污染源普查前(2014—2018 年)在甘肃设立的 17 个面源污染国控监测点, 2015—2017 年, 我们开展了甘肃省农田土壤氮、磷流失特征及影响因素调查研究, 以期防治农田氮、磷面源污染提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点及监测小区

试验设在甘肃省天水市农业科学院中梁试验站、甘肃省临夏州农业科学院试验站、甘肃省农业科学院张掖试验站、甘肃省靖远北滩试验站、甘肃省景泰试验站, 共有一般监测点 17 个。淋溶监测小区是指在河西走廊平原区为监测农田面源污染专门设置的具

有固定边界和面积并按特定施肥、灌溉、耕作等进行管理的种植小区。径流监测小区为监测坡地农田面源污染而设置的具有固定边界和面积并按特定施肥、灌溉、耕作施肥进行管理的种植小区。

1.2 试验方法

地下淋溶和地表径流设置两个处理, 处理 1 为对照, 不施任何肥料。处理 2 为常规施肥, 肥料的施用量、施用方法和施用时期完全遵照当地农民生产习惯。每个处理设 3 次重复, 每个监测点共计 6 个小区。处理交替排列, 小区宽度为 4.0 m, 长度为 7.5 m, 小区面积 30 m², 试验区周边设保护行 5.0 m。指示作物为玉米, 品种先玉 335, 种植密度 63 000 株/hm²。监测期间, 详细记载地块基本信息, 施肥量、施肥方式、耕作方式、灌溉量、土壤性质、降水量、作物类型、产流量等观测数据。

1.3 测定方法

1.3.1 氮、磷污染测算方法 各监测地块中, 以地表径流(或地下淋溶)途径排放的氮、磷等于整个监测周期中(1 周年)各次径流水(或淋溶液)中污染物浓度与径流水(或淋溶液)体积乘积之和。计算公式如下:

$$P = \sum_{i=1}^n C_i \times V_i$$

式中 P 为污染物流失量; C_i 为第 i 次径流(或淋溶)水中氮、磷和农药韵浓度; V_i 为第 i 次径流(或淋溶)水的体积。

1.3.2 采样及样品检测方法 基础土样: 采集 0~20 cm 基础土样 10 kg。小区土样: 分别于施肥种植前、收获后采样, 种植前采样深度 1 m, 采样层次 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm, 各土层采样量 1 kg; 收获后采样深度 0~20 cm, 采样量 1 kg。用土钻采样, 每个小区采 5 点, 同一层次样品混合后用四分法留样 1 kg。采集样品一份装入自封袋存入冰箱, 另一份在干净的牛皮纸上自然风干。风干土样采用四分法将土样分成 4 份, 分别过 2、1、0.25、0.15

mm 土样筛, 装入纸袋封存; 新鲜土样于冰箱中取出装入保温箱, 通过长途汽车一般 8 h 内运抵兰州实验室的冰柜储存。测试前消冻土样, 过 2 mm 筛。按表 1 检测方法测试各项指标。

1.4 数据处理

调查和监测的数据利用 Excel 2007 进行整理分析。

2 结果与分析

2.1 甘肃省氮磷流失的区域分布特征

2.1.1 全省肥料使用情况 由表 2 可知, 经统计分析, 全省肥料使用总量(折纯)1 521 099.3 t/a。其中, 磷肥(折纯)576 345.33 t/a, 占全省肥料施用量的 37.89%, 氮肥(折纯)944 753.96 t/a, 占全省肥料施用量的 62.11%。

调查结果表明, 定西、陇南、天水、平凉用肥量较大。如定西磷肥使用量 74 482.4 t/a, 氮肥使用量达到 115 079.94 t/a。甘南地区磷肥、氮肥使用量相对最低, 磷肥最大使用量 7 008.75 t/a, 氮肥最大使用量 8 730.91 t/a。

2.1.2 全省肥料流失污染情况 肥料的流失途径主要包括坡地地表径流、平原地下淋溶和土壤硝化和反硝化等, 我们只调查通过地表径流和地下淋溶两条途径的肥料流失量。从调查统计结果(表3)可知, 全省肥料总磷流失量 1 387.93 t/a, 总氮流失量 20 493.44 t/a。总磷流失从大到小依次为陇南市、定西市、庆阳市、天水市、平凉市、白银市、武威市、兰州市、张掖市、酒泉市、临夏州、金昌市、甘南州、嘉峪关市; 总氮流失量从

表 1 样品测试方法

样品名称	测试指标	标准检测方法	标准号
土样	全氮	半微量开氏法	GB7173—87
土样	全磷	碱熔-钼锑抗比色法	LY/T1232—1999
土样	速效磷	碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法	GB 12297—90
土样	硝态氮	紫外分光光度法	HJ/T346—2007
土样	铵态氮	靛酚蓝比色法	GB7851—87
水样	总氮	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	GB 11894—89
水样	总磷	钼酸铵分光光度法	GB 11893—89
水样	可溶性磷	过硫酸钾氧化钼蓝比色法	GB11893—89
水样	硝态氮	紫分光光度法	GB/T 7480—87
水样	铵态氮	水杨酸分光光度法	GB7481—87
植株	全氮	H ₂ SO ₄ -H ₂ O ₂ 消煮 蒸馏法	GB7173—87
植株	全磷	H ₂ SO ₄ -H ₂ O ₂ 消煮 钒钼黄比色法	农业部推荐方法

表 2 全省各市(州)磷肥和氮肥使用量

地区	化肥		磷肥		氮肥	
	施用量(折纯) /(t/a)	比例 /%	施用量(折纯) /(t/a)	比例 /%	施用量(折纯) /(t/a)	比例 /%
全省	1 521 099.30	100	576 345.33	37.89	944 753.96	62.11
兰州市	76 500.57	5.03	30 009.26	39.23	46 491.31	60.77
嘉峪关市	3 321.07	0.22	1 354.26	40.78	1 966.81	59.22
金昌市	46 776.96	3.08	17 538.32	37.49	29 238.64	62.51
白银市	127 682.81	8.39	43 192.04	33.83	84 490.77	66.17
天水市	172 340.57	11.33	58 926.77	34.19	113 413.80	65.81
武威市	126 375.78	8.31	51 803.47	40.99	74 572.30	59.01
张掖市	119 207.95	7.84	47 205.63	39.60	72 002.32	60.40
平凉市	162 092.44	10.66	63 869.04	39.40	98 223.40	60.60
酒泉市	81 527.68	5.36	31 423.85	38.54	50 103.84	61.46
庆阳市	154 136.48	10.13	64 769.67	42.02	89 366.81	57.98
定西市	189 562.34	12.46	74 482.40	39.29	115 079.94	60.71
陇南市	182 072.00	11.97	58 897.45	32.35	123 174.54	67.65
临夏州	63 762.99	4.19	25 864.42	40.56	37 898.57	59.44
甘南州	15 739.65	1.03	7 008.75	44.53	8 730.91	55.47

大到小依次为陇南市、庆阳市、武威市、张掖市、白银市、酒泉市、平凉市、定西市、兰州市、天水市、金昌市、临夏州、甘南州、嘉峪关市。

从统计数据(表4)可知,全省通过地表径流肥料流失中,总磷流失量 1 387.93 t/a、总氮流失量 7 749.10 t/a、氨态氮流失量 1 008.92 t/a。通过地表径流肥料流失最为严重的地区为陇南市,其中总磷、总氮、氨态氮流失量分别为 369.47、3 273.23、533.96 t/a,分别占全省流失量的 26.62%、42.24%、52.92%。全省通过地下淋溶肥料流失中,总氮流失量 12 744.34 t/a、氨态氮流失量 630.80 t/a,总氮流失量最大的地区为武威市,张掖市,庆阳市和酒泉市,流失量分别为 1 673.58、1 621.06、1 582.96 和 1 330.28 t/a。分别占全省的 13.13%, 12.72%, 12.42% 和 10.44%。

2.2 甘肃省氮磷污染的现状及其影响因素

2.2.1 常规施肥条件下土壤氮、磷残留现状

从表 5 可以看出,土壤铵态氮含量在 0~40 cm 土层逐渐降低,40~80 cm 土层有增加趋势;有效磷含量在 0~80 cm 土层逐渐降低,40~100 cm 土层硝态氮有增加的趋势。0~20 cm 土体中土壤总氮量为(0.9±0.27)

表 3 全省各市(州)肥料流失量

地区	总磷 /(t/a)	总氮 /(t/a)	氨态氮 /(t/a)
全省	1 387.93	20 493.44	1 639.72
兰州市	69.75	1 370.70	73.63
嘉峪关市	5.75	96.96	1.87
金昌市	21.02	727.49	34.28
白银市	91.65	1 694.56	127.35
天水市	138.52	1 255.60	128.72
武威市	74.95	2 045.27	95.24
张掖市	60.99	1 904.45	109.07
平凉市	132.64	1 531.41	91.09
酒泉市	49.21	1 564.31	46.71
庆阳市	143.62	2 319.62	156.27
定西市	176.95	1 401.42	131.51
陇南市	369.47	3 952.85	571.25
临夏州	33.90	451.85	39.25
甘南州	19.52	176.95	33.46

g/kg,总磷量(0.88±0.23) g/kg。

由测定值(表6)分析可知,在 0~80 cm 土体中,土壤铵态氮和有效磷含量逐渐降低,硝态氮在 20~100 cm 土层有增加的趋势,硝态氮在 80~100 cm 土体中含量最大。

2.2.2 地下淋溶氮、磷面源污染影响因素

①灌溉量。流失量与灌溉量成正相关,也是影响淋溶量的最主要因素。每 1 mm 灌溉量在大田中氮的流失量是 0.117 kg/hm²,磷的流失量是 0.006 kg/hm²,在温室中氮是 0.058 5 kg/hm²、磷是 0 kg/hm²,在果园中氮

表 4 全省各市(州)地表径流和地下淋溶肥料流失

地区	地表径流			地下淋溶	
	总磷流量 /(t/a)	总氮流失量 /(t/a)	总氨态氮流失量 /(t/a)	总氮流失量 /(t/a)	总氨态氮流失量 /(t/a)
全省	1 387.93	7 749.10	1 008.92	12 744.34	630.80
兰州市	69.75	345.48	32.31	1 025.22	41.32
嘉峪关市	5.75	30.81	0.03	66.15	1.84
金昌市	21.02	99.22	0.94	628.27	33.34
白银市	91.65	442.58	58.87	1 251.98	68.48
天水市	138.52	628.66	104.63	626.94	24.09
武威市	74.95	371.69	13.68	1 673.58	81.56
张掖市	60.99	283.39	12.37	1 621.06	96.70
平凉市	132.64	568.88	38.00	962.53	53.09
酒泉市	49.21	234.03	1.60	1 330.28	45.11
庆阳市	143.62	736.66	73.52	1 582.96	82.75
定西市	176.95	512.55	93.72	888.87	37.79
陇南市	369.47	3 273.23	533.96	679.62	37.29
临夏州	33.90	122.56	17.87	329.29	21.38
甘南州	19.52	99.38	27.41	77.57	6.05

是 0.021 kg/hm^2 、磷是 0 kg/hm^2 。流失量与灌溉方式有密切的关系。增加灌溉次数,减少单次灌溉量,可减少淋溶量;采用节灌技术和大田节水灌溉模式,可减少淋溶量。②土壤性质。土壤的含水量、质地能够显著的影响淋溶量。土壤含水量越高产生的淋溶量多,土壤含水量少则产生的淋溶量少。土层层次也影响淋溶量,土层中含有粘土层或者发育良好的犁底层能够显著的减少淋溶量。土壤的质地越轻,相同的灌水量淋溶量越大。③施肥量。平地的施肥量高于山地的施肥量。果园、蔬菜的施肥量大于旱地大田。施肥量越大流失量越大。氮素的流失主要以硝态氮的形式流失。西北干旱半干旱平原区—平地—旱地—大田—熟的氮流失量是 0.12 kg/hm^2 ,磷流失量是 0.03 kg/hm^2 ;西北干旱半干旱平原区—平地—旱地—露地蔬菜模式的氮流失量是 7.32 kg/hm^2 ,磷流失量是 0.36 kg/hm^2 。两者相比较,露地蔬菜比大田—熟的氮的流失量多 7.2 kg/hm^2 ,磷的流失量多 0.33 kg/hm^2 。④施肥方式。各监测点采用的施肥方式主要为穴施、沟施或撒施。养分流失量比较,沟施>撒施>条施>穴施,以玉米种植监测点为例,施肥方式为沟施+穴施、撒施、撒施+条施、穴施,氮流失量分别为 4.5 、 2.4 、 0.72 、 0.33 kg/hm^2 ;磷流失

量分别为 0.855 、 0 、 0.087 、 0.225 kg/hm^2 。⑤种植作物类型。在相同的灌溉条件下,果园、蔬菜的淋失量远远高于旱地大田。平地的大于山地的,一季的大于两季的,禾本科的大于豆科的。

2.2.3 地表径流氮、磷面源污染影响因素

①降水量。单次降水量持续时间越长则流失量越大,降水量越大则流失量越大。降水总量为 278.1 mm ,氮的流失总量为 1.992 kg/hm^2 ,磷的流失总量 0.2685 kg/hm^2 ;降水总量为 179.1 mm ,氮的流失总量为 0.7935 kg/hm^2 ,磷的流失总量 0.0195 kg/hm^2 。两者相比较,氮的流失量多 1.1985 kg/hm^2 ,磷的流失量多 0.249 kg/hm^2 。②坡度。在一定坡度范围内坡度与有效径流量成正相关。根据监测点的结果,当坡度等于 20° ,降水量大于 8 mm 时可产生径流;当坡度等于 15° ,降水量大于 15 mm 时可产生径流;当坡度等于 10° ,降水量大于 24 mm 时可产生径流,当坡度等于 5° ,即使降水量达 30 mm 时也未产生径流。③地面耕作方式。横坡垄作覆膜比顺坡垄作流失量小。横坡平作比横坡垄作流失量大。横坡平作,氮的流失总量为 0.723 kg/hm^2 ,磷的流失总量为 0.2295 kg/hm^2 ;横坡垄作,氮的流失总量为 0.369 kg/hm^2 ,磷的流失总量为 0.1065 kg/hm^2 。两者相比较,

表5 淋溶方式下土壤氮、磷残留量

土壤深度 /cm	铵态氮		硝态氮		有效磷		总氮		总磷	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
0~20	3.84	2.90	27.76	20.95	55.97	41.58	0.90	0.27	0.88	0.23
20~40	2.97	2.04	19.20	14.58	15.98	9.97				
40~60	3.28	1.91	13.90	10.20	4.76	2.05				
60~80	3.53	2.55	16.60	12.09	3.80	1.60				
80~100	2.83	1.86	29.05	29.39	6.77	5.00				

表6 地表径流方式下土壤氮、磷残留量

土壤深度 /cm	铵态氮		硝态氮		有效磷	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
0~20	4.94	4.71	22.01	10.54	19.11	10.86
20~40	4.16	3.87	12.93	8.08	12.27	6.24
40~60	2.65	3.11	13.01	9.06	/	/
60~80	1.20	0.77	25.49	29.53	/	/
80~100	1.72	1.39	33.60	43.07	/	/

氮的流失量多 0.354 kg/hm², 磷的流失量多 0.123 kg/hm²。④种植作物类型。多年生植物比当年生植物流失量小, 密植作物比稀植植物流失量小。种植作物为小麦, 属于密植作物, 氮的流失总量为 7.2 kg/hm², 磷的流失总量为 0.24 kg/hm²; 种植作物为豆类, 较小麦种植密度小, 氮的流失总量为 38.55 kg/hm², 磷的流失总量为 18.6 kg/hm²。两者相比较, 氮的流失量少 31.35 kg/hm², 磷的流失量少 18.36 kg/hm²。⑤施肥量。施肥量越多流失量越大。施用氮肥(折纯)为 601.95 kg/hm², 磷肥(折纯)64.65 kg/hm²时, 氮的流失总量为 18.15 kg/hm², 磷的流失总量为 0.795 kg/hm²; 施用氮肥(折纯)为 61.5 kg/hm², 磷肥(折纯)29.7 kg/hm²时, 氮的流失总量为 0.007 5 kg/hm², 磷的流失总量为 0.001 5 kg/hm²。两者相比较, 氮的流失量多 18.142 5 kg/hm², 磷的流失量多 0.793 5 kg/hm²。

3 小结与讨论

我们通过试验研究, 系统总结了近年来甘肃省面源污染的数据和研究成果, 基本摸清了甘肃省氮磷污染特征和影响因素。甘肃省肥料总磷流失量 1 387.93 t/a, 总氮流失量 20 493.44 t/a。总磷流失最多的地区为陇南市, 流失量为 369.47 t/a, 最少的地区为嘉峪关, 流失量仅 5.75 t/a; 总氮流失量最多的地区为陇南市, 流失量为 3 952.85 t/a, 最少的地区为嘉峪关市, 流失量 96.96 t/a。通过地表径流肥料流失最为严重的地区为陇南市, 地下淋溶总氮流失量最大的地区为武威市, 张掖市, 庆阳市和酒泉市; 在平原区, 施肥量、灌水量、施肥方式、灌溉方式、土壤质地、作物种植类型等是氮磷流失的影响因素, 其中施肥量和灌水量是影响氮磷流失的最主要因素。这与王莺等^[7]研究提出的降水是影响径流的重要因子和王鹏举^[8]提出的影响种植业中氮磷流失的因素有农田降水、土壤、地形、土地利用、耕作方式、施肥、植物覆盖、景观结构等相一致。合理施肥、科学施肥, 改革现在的灌溉制度, 提

高灌溉技术水平, 是控制河西走廊地区和沿黄灌区面源污染的主要途径; 在黄土高原区, 影响氮磷流失的因素是地面坡度、种植模式、施肥量、降水量、土壤性质、地表覆盖等, 其中田块坡度和种植模式是造成氮磷面源污染的主要影响因素, 在生产上推广坡地集雨技术、梯田化、台地、横坡种植、鱼鳞坑、小流域综合治理技术等, 可有效控制氮磷流失^[9-15]。

甘肃的氮、磷面源污染特点和全国其他地区相比, 有比较差异。由于甘肃黄土高原雨养农区降水少, 加之黄土高原区与甘肃的贫困区紧密重合, 经济条件差, 施肥量与全国同类丘陵区比较, 肥料施用水平较低, 总体来看氮磷流失污染较轻, 对黄河干流地表水体的影响不严重, 没有发生过突出的环境和社会问题。随着社会经济的发展, 应该做好氮磷肥科学使用的技术推广。

参考文献:

- [1] 芦静, 徐振, 丁兴民, 等. 浅谈农田面源 N、P 污染现状及其控制技术[J]. 青岛理工大学学报, 2016, 37(4): 97-103.
- [2] 饶静, 许翔宇, 纪晓婷. 我国农业面源污染现状、发生机制和对策研究[J]. 农业经济问题, 2011, 32(8): 81-87.
- [3] 肖朝卿. 甘肃农业面源污染防治问题研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2016: 11-12.
- [4] 李秀军, 田春杰, 徐尚起, 等. 我国农田生态环境质量现状及发展对策[J]. 土壤与作物, 2018, 7(3): 267-275.
- [5] 马彦, 杨虎德, 冯丹妮. 甘肃省农田土壤地下淋溶氮磷流失系数测算初报[J]. 甘肃农业科技, 2019(6): 37-40.
- [6] 张继宗. 太湖水网地区不同类型农田氮磷流失特征[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006.
- [7] 王莺, 陆荣杰, 吴家森, 等. 山核桃林闭合区内径流氮磷流失特征[J]. 浙江农林大学学报, 2018, 35(5): 802-809.
- [8] 王鹏举. 基于土地利用结构与景观格局的小流域氮、磷、碳输出特征分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.
- [9] 魏胜文, 乔德华, 张东伟. 甘肃农业绿色发

有机发酵菌肥施用量对兰州百合生长发育的影响

李 阳, 张占军, 胡相莉, 梁玉文

(兰州市农业科技研究推广中心, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 以兰州百合冰清为指示品种, 研究了3个有机发酵菌肥施用水平对兰州百合生长及鳞茎变化的影响。结果表明, 不同施肥水平对兰州百合的株高、茎粗、单株鳞茎重均有一定的影响, 但差异不显著, 综合各因素, 每年增施有机发酵菌肥 3 000 kg/hm² 时即可满足百合生长需要, 保证产量, 可在生产中示范推广。

关键词: 有机发酵菌肥; 施肥水平; 兰州百合; 生长; 影响

中图分类号: S644.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)02-0027-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.02.007

Effects of Application Amount of Organic Fermentation Fertilizer on Bulb Growth of Lanzhou Lily

LI Yang, ZHANG Zhanjun, HU Xiangli, LIANG Yuwen

(Lanzhou Research and Extension Center of Agricultural Science and Technology, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: Taking Lanzhou lily cultivar Bingqing as test material, the effects of three different levels of organic fermenting fertilizer on the growth and bulb changes of Lanzhou lily were investigated. The results showed that different fertilization levels had certain effects on plant height, stem diameter and bulb weight of Lanzhou lily, but the difference was not significant. Therefore, the annual application of 3 000 kg/hm² of organic fermentation fertilizer can meet the growth needs of lily and ensure the yield, which can be demonstrated and promoted in production.

Key words: Organic fermentation fertilizer; Fertilization level; Lanzhou lily; Grow; Impact

兰州百合(*Lilium davidii* var. unicolor)是中国唯一的甜百合, 鳞茎硕大, 色泽洁白,

收稿日期: 2019-09-03

基金项目: 兰州市科技计划项目(2016-3-11)。

作者简介: 李 阳(1992—), 女, 内蒙古赤峰人, 助理农艺师, 主要从事作物栽培研究工作。Email: 1101471317@qq.com。

通信作者: 张占军(1967—), 男, 甘肃兰州人, 高级农艺师, 主要从事作物栽培研究工作。Email: 1271833057@qq.com。

展研究报告[M]. 北京: 社会主义文献出版社, 2018: 11-14.

[10] 李国栋, 胡正义, 杨林章, 等. 太湖典型菜地土壤氮磷向水体径流输出与生态草带拦截控制[J]. 生态学杂志, 2006, 25(8): 905-910.

[11] 单保庆, 尹澄清, 于 静, 等. 降雨-径流过程中土壤表层磷迁移过程的模拟研究[J]. 环境科学学报, 2001, 21(1): 7-12.

[12] 梁 涛, 张秀梅, 章 申, 等. 西苕河流域

不同土地类型下氮元素输移过程[J]. 地理学报, 2002, 4(7): 389-396.

[14] 胡万里, 付 斌, 段宗颜, 等. 低纬高原湖泊农业面源污染防治研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 250-255.

[15] JANA, UUSI KAMPPA. Buffer zones and constructed wetlands as filters for agriculture phosphorus[J]. J. Environ. Qual., 2000, 29: 151-158.

(本文责编: 陈 珩)