

Analysis of Soil Nutrient Change in Drip Irrigation Farmland

Xinwei Meng¹, Heping Zhou^{2*}

¹Institute of Agricultural Sciences, Ninth Division of Xinjiang, Emin Xinjiang

²Xinjiang Water Conservancy Management Center, Urumqi Xinjiang

Email: xjslzhp@126.com

Received: Feb. 27th, 2019; accepted: Mar. 13th, 2019; published: Mar. 20th, 2019

Abstract

Soil total N, total P, total K organic matter and soil available N, P and K are the three elements that provide fertility for crop growth. The former characterizes soil basic nutrients and the latter can effectively absorb and utilize soil available nutrients for crops. In order to understand soil total amount, soil available nutrients change, nutrient utilization and production effect of drip irrigation crops, 12 crops (spring wheat, spring wheat, soil available nutrients, soil available nutrients) are based on drip irrigation. The 1008 test data of 144 fixed-point samples from paddy, potato, millet, soybean, rape, sunflower, beet, melon, tomato, carrot and alfalfa fields were collected. The results showed that the content of soil total N was stable in 95% confidence interval, and the content of soil total P, K and organic matter changed obviously. Soil available N, P and K had similar characteristics. The results showed that the N absorption of drip irrigation soil was stable, and the P and K utilization fluctuated greatly. With the non-linear increase of drip irrigation unit water consumption and yield, soil total and available nutrients decreased from high to low, soil total nutrients decreased by 42.6% - 25.8%, soil available nutrients decreased by 58.5% - 34.8%, and the decline rate was significantly greater than that of soil total nutrients, reflecting the soil available nutrient capacity. The average soil available nutrient consumption of 12 drip irrigation crops was 19.6%. Among them, 11.2% - 55.2% was used as low yield drip irrigation crops (rape, melon, sunflower, soybean, spring wheat, rice, millet), and 1.3% - 5.5% was used as drip irrigation crops (tomato, carrot, sugar beet, potato, alfalfa) with relatively high yield. The results showed that the soil water and fertility potential of drip irrigation farmland was friendly to the ecological environment. Good regulation and control can provide reference.

Keywords

Drip Irrigation, Farmland Ecology, Soil Nutrients, Change Analysis

滴灌农田土壤养分变化分析

孟新伟¹, 周和平^{2*}

*通讯作者。

¹新疆第九师农业科学研究所, 新疆 额敏

²新疆水利管理总站, 新疆 乌鲁木齐

Email: xjslzhp@126.com

收稿日期: 2019年2月27日; 录用日期: 2019年3月13日; 发布日期: 2019年3月20日

摘要

土壤全N全P全K有机质及土壤速效N、P、K是农田作物生长提供肥力的三要素, 前者表征土壤基础养分后者表征可为作物有效吸收利用土壤有效养分, 为了解滴灌作物生长农田水肥环境土壤全量及土壤速效养分变化、养分利用及其生产效果, 基于滴灌12种作物(春麦、水稻、土豆、谷子、大豆、油菜、葵花、甜菜、打瓜、番茄、胡萝卜、苜蓿)农田144个定点取样形成的1008检测数据, 采用灌区调查结合数理统计方法分析结果显示, 95%置信区间土壤全N含量平稳, 土壤全P、K和有机质含量变化明显, 土壤速效N、P、K有类似变化特点, 表明滴灌土壤N素吸收稳定, 土壤P、K利用变化波动较大; 随着滴灌单位用水量和产量呈非线性增加, 土壤全量和土壤有效养分呈现由高降低变化, 滴灌土壤全量养分下降42.6%~25.8%, 土壤速效养分下降58.5%~34.8%, 下降率明显大于土壤全量养分, 体现了土壤速效性养分容易吸收特性; 12种滴灌作物平均土壤速效养分耗用19.6%, 其中: 耗用11.2%~55.2%为产量较低滴灌作物(油菜、打瓜、葵花、黄豆、春麦、水稻、谷子), 耗用1.3%~5.5%是产量相对较高滴灌作物(番茄、胡萝卜、甜菜、土豆、苜蓿), 分析结果为滴灌农田土壤水肥气势生态环境友好调控提供参考。

关键词

滴灌, 农田生态, 土壤养分, 变化分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

膜下滴灌是干旱区新疆农业高效用水主要灌溉模式, 在水肥调控节水增产方面对社会经济生态协调发展产生重要作用。滴灌作物生长水肥投入及其农田土壤养分变化, 是滴灌节水新方式的灌溉农业新状态。因此, 近年滴灌条件下的土壤养分吸收变化试验研究多见报道。在滴灌土壤养分积累和变化方面, 一些学者多以滴灌小麦、棉花进行分析, 对1至3年生长的滴灌小麦农田取样检测统计分析[1]认为, 不同滴灌年限各土层土壤养分大部分呈现中等强度变异, 部分速效氮和速效磷养分呈现弱变异性, 变异系数在7.68%~45.6%。垂直方向土壤速效养分含量除速效钾外, 速效氮和速效磷呈现由表到底层逐渐减少; 水平方向土壤速效氮和速效钾含量, 随着离滴灌距离增加呈现先升后降趋势, 这为合理滴灌施肥方案提供了参考依据[2]。小麦生长季内施肥相对不足时, 前期土壤氮素供应基本平衡, 但小麦生长后期土壤速效氮含量有一定程度下降, 土壤速效磷含量总体呈下降趋势, 土壤磷素供应亏缺明显, 土壤速效钾含量小麦生长季较稳定基本平衡。应用地统计方法[3][4]对滴灌棉田土壤养分空间变异特征分析表明, 有机质、速效氮、速效磷、速效钾空间变异量为25%~75%, 主要由结构性和随机性因素共同引起, 土壤速效氮、速效磷含量处于中低水平, 速效钾养分含量较高, 空间变异性不明显[5][6]。滴灌棉田土壤速效养分分布特征试验研究表明, 高、中、低产田3个处理土壤速效氮养分变化趋势相同, 3个处理0 cm~60 cm垂直

变异随棉花生育期的推进呈现先增后减趋势, 各处理土壤速效磷养分时空变化趋势基本一致, 均表现先升后降趋势, 各处理土壤速效钾养分随生育期表现较平缓, 这些分析有助于了解掌握土壤速效 N、P、K 在不同土壤深度变化分布, 为滴灌棉田生长与土壤养分动态变化及施肥需求提供依据。在滴灌作物土壤养分吸收利用研究方面, [7]不同配方施肥对膜下滴灌水稻产量试验结果表明, 高水肥处理可获得高产, 配方肥可显著提高水稻千粒重和地上部分生物量。干旱区滴灌春小麦氮、磷、钾养分吸收试验结果显示 [8], 随着施肥量增加, 滴灌春小麦 N、P、K 养分吸收量增加, 氮肥快速吸收起始时间最早, 钾肥次之, 磷肥最晚, 拔节至抽穗期 N、P、K 吸收量占全生育期吸收总量分别为 66%~79%、62%~69%、66%~70%。通过农田地下滴灌和膜下滴灌两种方式的取样分析结果表明 [9], 地下滴灌土壤速效氮和速效钾含量随着滴头距离增加而增加, 而速效磷含量趋势则相反, 膜下滴灌速效钾和速效磷与地下滴灌一致, 速效氮含量则是滴头附近最高, 滴灌施肥 0 cm~100 cm 土体中土壤养分残留量膜下滴灌一般高于地下滴灌尤其是氮的残留量较高。在土壤养分供给滴灌作物影响研究方面, [10]采用水肥滴灌大枣试验结果表明, 滴灌大枣生长过程中, 土壤氮素表现在新梢、枣果生长期明显加速变化过程, 土壤速效磷, 表现在枣果成熟期迅速加大, 枣果生长和成熟期, 土壤速效钾含量变化最为剧烈。对于农田土壤肥力不足与滴灌棉花连作调查统计分析表明 [11], 多年连作滴灌棉花, 导致土壤养分吸收不均衡, 致使部分滴灌棉田后期出现斑驳黄花、叶缘卷曲、叶面皱缩等, 棉花上部空果枝多, 僵瓣增多, 提前吐絮产量降低。

本文基于灌区滴灌作物生长环境三年定点 144 个土壤取样, 采用调查统计分析方法, 分析春麦、水稻、土豆、谷子、大豆、油菜、葵花、甜菜、打瓜、番茄、胡萝卜、苜蓿 12 种滴灌作物土壤全量和土壤速效养分变化特征、滴灌水肥和土壤养分利用效率, 为滴灌农田土壤养分生态可持续利用提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 灌区概况

调查研究分析位于新疆昌吉农业灌区, 87°18'E、44°01'N, 平均海拔 600 m。地处天山北坡带头屯河流域冲积、洪积南缘, 多年平均降水 181.7 mm、蒸发 1739.1 mm、日照 7.8 h, 气温 13.1 °C, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 3834.3 °C 以上, 属典型内陆干旱气候。试区分布棕漠土, 质地为中、轻壤土, 0 cm~120 cm 土壤干容重 1.46 g/cm³~1.65 g/cm³, 耕作层 1.50 g/cm³~1.60 g/cm³, 0 cm~120 cm 田间持水量(干土重) 18.8%~23.9%, 耕作层 20.1%~23.4%。地下水埋深 3.0 m~4.5 m, 地表与地下水矿化度分别为 0.2 g/L、0.6 g/L, 耕层土壤全盐含量 0.12%, 土壤 pH 值 8.7 碱性。耕作层多年平均土壤有机质 1.51%, 土壤全氮、全磷、全钾分别为 0.09%、0.07%、1.51%, 速效(或称有效)氮、磷、钾, 分别为 0.0054%、0.0069%、0.0479%, 肥力中等偏下, 表现缺氮少磷钾富特点。

2.2. 分析方法

灌区种植有近 20 余种滴灌作物, 本研究进行 12 种滴灌作物土壤养分变化研究分析, 12 种滴灌作物分别为: 春小麦、水稻、土豆、谷子、大豆、油菜、葵花、甜菜、打瓜、蕃茄、胡萝卜、苜蓿。为了解收获前后土壤理化状态, 以 12 种滴灌作物为基本单元, 进行土壤容重、作物生长期施肥量、作物产量调查统计; 对 12 种滴灌作物农田耕层土壤采用 5 点对角线方法, 在作物收获后于 2016 年~2018 年定期 11 月耕作层 0 cm~20 cm 土壤采样, 并送土壤理化分析室进行土壤有机质、全量养分(N、P、K)、速效养分(N、P、K)检测, 土壤样品化验分析土壤有机质为重铬酸钾容量法, 土壤 N、P、K 含量检测方法分别为凯氏定氮法、0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提——钼锑抗比色法和火焰光度计测定。滴灌作物生育期土壤养分变化(吸收养分量), 为收获后土壤养分测定值与生长前期测定值之差, 并扣除作物生长期施肥量, 统计数据方差显著性检验及数理计算采用 Excel 2007 分析。

3. 结果与分析

3.1. 滴灌土壤养分总体变化

对滴灌作物收获后不同灌溉用水定额及产量情况实际调查, 每种滴灌作物土壤耕作层(20 cm)取 4 个土样, 12 种滴灌作物 48 个土壤样品, 三年定期滴灌作物土壤采样共形成 144 个土壤样品, 化验分析土壤全量养分(N、P、K、有机质)和土壤速效养分(N、P、K)获得 1008 个检测数据。统计数据在 95%置信区间统计检验(表 1)结果显示, 以土壤全 N 养分含量为例, 最大、最小值为 1.758 g/kg 和 0.210 g/kg, 平均 0.829 g/kg, 标准差 0.378 g/kg, 方差 0.143; 土壤速效养分 N 最大、最小值为 163.6 mg/kg 和 5.9 mg/kg, 平均值 49.9 mg/kg, 标准差 32.3 mg/kg, 方差 1044.7。从分析结果可以看出, 滴灌作物土壤养分总体变化呈现出: 土壤全量养分, 全 N 含量表现平稳, 土壤全 P、全 K 和土壤有机质含量变化较大, 尤其是土壤有机质含量变化差异明显; 土壤速效养分, 速效 N、速效 P、速效 K 含量远低于土壤全量养分, 但养分总体有类似变化特点, 这说明, 滴灌环境作物生长土壤养分吸收变化, 表现出土壤 N 素吸收稳定, 而土壤 P 和土壤 K 吸收利用变化较大且不稳定。

Table 1. Statistical test of 95% confidence in total change of soil nutrients of drop irrigation crops

表 1. 滴灌作物土壤养分总体变化 95%置信度统计检验

分析项目	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	有机质 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
平均	0.829	0.760	18.188	15.342	49.9	78.5	387.8
标准误差	0.031	0.038	0.217	0.578	2.7	6.1	14.1
中位数	0.839	0.682	18.238	15.256	46.9	44.8	345.5
众数	0.376	0.396	13.978	20.991	18.6	12.2	434.0
标准差	0.378	0.452	2.604	6.939	32.3	73.4	169.0
方差	0.143	0.205	6.782	48.147	1044.7	5388.6	28545.0
峰度	-1.353	18.959	-0.919	-1.197	1.2	3.0	1.2
偏度	0.185	3.077	-0.224	0.259	1.0	1.4	1.3
区域	1.548	3.901	10.096	29.355	157.7	432.8	808.0
最小值	0.210	0.175	12.602	5.736	5.9	3.1	147.0
最大值	1.758	4.076	22.698	35.091	163.6	435.9	955.0

3.2. 滴灌不同用水量及产量与土壤养分变化

基于滴灌作物不同灌溉用水定额及产量调查统计与土壤全量养分和土壤速效养分测定结果如表 2 和表 3 所示。由分析结果可以明显看出以下方面变化:

1) 12 种滴灌作物随着单位用水量的增加作物产量呈现非线性增加的同时, 土壤全量和土壤有效养分基本处于由高降低变化趋势, 如春小麦用水量由 2505 m³/hm² 增加至 4380 m³/hm², 产量由 4755 kg/hm² 增加至 5700 kg/hm² 最高后又降至 5320 kg/hm², 与此同时, 对应的土壤全 N 量由 1.15 g/kg 下降至 0.48 g/kg; 土壤全 P 量由 0.91 g/kg 下降至 0.51 g/kg; 土壤全 K 量由 17.97 g/kg 下降至 16.56 g/kg 后反弹至 16.79 g/kg; 土壤有机质由 20.43 g/kg 下降至 8.57 g/kg。对应的土壤速效 N 量由 52.2 mg/kg 增至 69.9 后下降至 20.1 mg/kg; 土壤速效 P 量由 99.3 mg/kg 下降至 17.0 mg/kg; 土壤速效 K 量由 532 mg/kg 增至 599 后下降至 336 反弹稳定在 370 mg/kg。

2) 将土壤养分综合平均, 取最大、小值之差与最大值之比计算土壤综合养分下降率结果(图 1)可以看出, 不同滴灌作物土壤养分均有不同程度的下降率: 滴灌土壤全量养分综合下降 42.6%~25.8%, 土壤养分下降最大的滴灌作物是葵花最小为打瓜, 平均下降率 36.1%, 综合下降率由大变小的滴灌作物: 葵花、番茄、胡萝卜、黄豆、苜蓿、甜菜、谷子、春麦、油菜、土豆、水稻、打瓜; 滴灌土壤速效养分综合下降率 58.5%~34.8%, 下降最大的滴灌作物是葵花最小为油菜, 平均下降率 49.9%, 综合下降率由大变小的滴灌作物: 葵花、土豆、黄豆、甜菜、胡萝卜、番茄、苜蓿、水稻、打瓜、谷子、春麦、油菜。

Table 2. Water use and yield of drip irrigation crops and results of total soil nutrients

表 2. 滴灌作物用水及产量与土壤全量养分结果

滴灌作物	用水量(m ³ /hm ²)	产量(kg/hm ²)	全 N(g/kg)	全 P(g/kg)	全 K(g/kg)	有机质(g/kg)
春麦	2505	4755	1.15	0.91	17.97	20.43
	3120	5130	1.08	0.90	17.55	19.29
	3750	5700	0.56	0.55	16.56	10.14
	4380	5325	0.48	0.51	16.79	8.57
平均	3435	5220	0.82	0.72	17.22	14.61
	5700	3660	1.20	1.03	18.92	19.98
水稻	7125	5250	1.20	0.94	19.23	20.70
	8550	7830	0.55	0.45	18.23	10.20
	9975	7245	0.52	0.51	18.77	9.06
	7845	6000	0.87	0.73	18.79	14.99
平均	3195	7020	1.06	1.07	19.67	19.52
	4005	9060	1.11	1.03	17.66	19.82
谷子	4800	10,215	0.51	0.51	18.08	9.68
	5595	9675	0.35	0.49	18.67	6.83
	4395	8985	0.76	0.77	18.52	13.96
	3495	31,230	1.21	0.93	19.08	21.96
土豆	4380	34,710	1.19	1.08	18.25	21.53
	5250	52,770	0.43	0.50	18.41	7.91
	6120	38,175	0.65	0.52	17.10	11.55
	4815	39,225	0.87	0.76	18.21	15.74
平均	3300	3210	1.21	1.13	18.86	23.78
	4125	3825	1.23	1.00	18.80	22.80
	4950	4665	0.44	0.47	17.04	8.33
	5775	4065	0.43	0.57	18.23	7.60
平均	4545	3945	0.83	0.79	18.23	15.63
	2805	1605	1.07	0.83	17.74	19.72
油菜	3495	1830	1.03	0.77	18.42	20.44
	4200	2625	0.48	0.45	17.30	9.31
	4905	2295	0.45	0.48	17.87	7.21
	3855	2085	0.76	0.63	17.83	14.17
平均	3195	2910	1.11	0.90	18.95	21.95
	4005	3270	1.17	0.63	17.94	21.71
葵花	4800	4500	0.53	0.51	18.69	10.99
	5595	3720	0.40	0.39	17.56	6.26

Continued

平均	4395	3600	0.80	0.61	18.29	15.23
	3105	61,005	1.37	1.18	18.97	24.33
甜菜	3870	75,090	1.10	0.75	18.46	22.82
	4650	84,945	0.44	0.51	18.20	7.55
	5430	69,555	0.52	0.59	17.37	10.36
平均	4260	72,645	0.86	0.76	18.25	16.27
	2895	1845	1.21	0.96	18.74	22.80
打瓜	3630	2160	1.13	1.04	17.15	20.01
	4350	2625	0.42	0.50	17.61	9.16
	5070	2100	0.67	0.69	18.40	12.69
平均	3990	2190	0.86	0.80	17.98	16.16
	3195	82,770	1.26	1.25	19.31	23.10
蕃茄	4005	103,020	1.16	0.97	18.95	20.99
	4800	126,345	0.45	0.53	18.25	8.61
	5595	111,855	0.40	0.56	16.72	8.69
平均	4395	106,005	0.82	0.83	18.31	15.35
	3195	76,110	1.20	1.05	18.71	23.68
胡萝卜	4005	84,810	1.26	1.15	19.28	23.14
	4800	94,590	0.47	0.42	19.11	9.76
	5595	81,660	0.38	0.48	17.84	7.62
平均	4395	84,285	0.83	0.77	18.73	16.05
	3795	17,340	1.26	1.08	18.01	21.99
苜蓿	4755	20,445	1.26	1.82	17.20	25.23
	5700	25,875	0.53	0.46	19.07	8.38
	6645	22,935	0.47	0.40	17.33	8.23
平均	5220	21,645	0.88	0.94	17.90	15.96

Table 3. Water use and yield of drip irrigation crops and results of soil available nutrients

表 3. 滴灌作物用水及产量与土壤速效养分结果

滴灌作物	用水量(m ³ /hm ²)	产量(kg/hm ²)	速效 N(mg/kg)	速效 P(mg/kg)	速效 K(mg/kg)
	2505	4755	52.2	99.3	532
春麦	3120	5130	69.9	83.6	599
	3750	5700	65.8	31.0	336
	4380	5325	20.1	17.0	370
平均	3435	5220	52.0	57.7	459
	5700	3660	66.2	170.2	517
水稻	7125	5250	59.1	148.6	525
	8550	7830	28.7	23.4	350
	9975	7245	28.9	15.6	338
平均	7845	6000	45.7	89.4	433
	3195	7020	56.7	137.6	371
谷子	4005	9060	54.6	135.6	472
	4800	10215	39.5	25.9	233
	5595	9675	20.0	64.1	237

Continued

平均	4395	8985	42.7	90.8	328
	3495	31230	73.8	129.6	494
土豆	4380	34710	60.6	123.8	415
	5250	52770	67.7	14.4	240
	6120	38175	25.0	29.1	255
平均	4815	39225	56.8	74.2	351
	3300	3210	85.2	179.6	501
黄豆	4125	3825	88.7	157.0	470
	4950	4665	57.5	18.2	254
	5775	4065	16.4	18.5	318
平均	4545	3945	62.0	93.3	386
	2805	1605	53.7	97.7	334
油菜	3495	1830	60.3	93.6	536
	4200	2625	21.9	22.1	308
	4905	2295	21.4	18.3	277
平均	3855	2085	39.3	57.9	364
	3195	2910	56.1	90.3	362
葵花	4005	3270	72.7	107.3	481
	4800	4500	25.3	23.8	231
	5595	3720	19.0	9.5	183
平均	4395	3600	43.3	57.7	314
	3105	61005	86.9	262.6	427
甜菜	3870	75090	71.4	156.5	472
	4650	84945	14.8	22.1	314
	5430	69555	29.9	32.1	298
平均	4260	72645	50.7	118.3	378
	2895	1845	92.9	185.1	516
打瓜	3630	2160	90.4	138.5	539
	4350	2625	20.7	16.5	291
	5070	2100	34.4	40.1	345
平均	3990	2190	59.6	95.1	423
	3195	82770	63.9	138.9	539
蕃茄	4005	103020	62.1	118.7	480
	4800	126345	24.9	12.2	208
	5595	111855	63.2	18.0	268
平均	4395	106005	53.5	71.9	374
	3195	76110	92.0	123.3	474
胡萝卜	4005	84810	69.5	141.6	490
	4800	94590	21.0	31.1	378
	5595	81660	18.1	17.1	288
平均	4395	84285	50.2	78.3	408
	3795	17340	60.0	101.4	562
苜蓿	4755	20445	62.2	95.3	567
	5700	25875	27.7	16.3	312
	6645	22935	22.7	18.2	308
平均	5220	21645	43.2	57.8	437

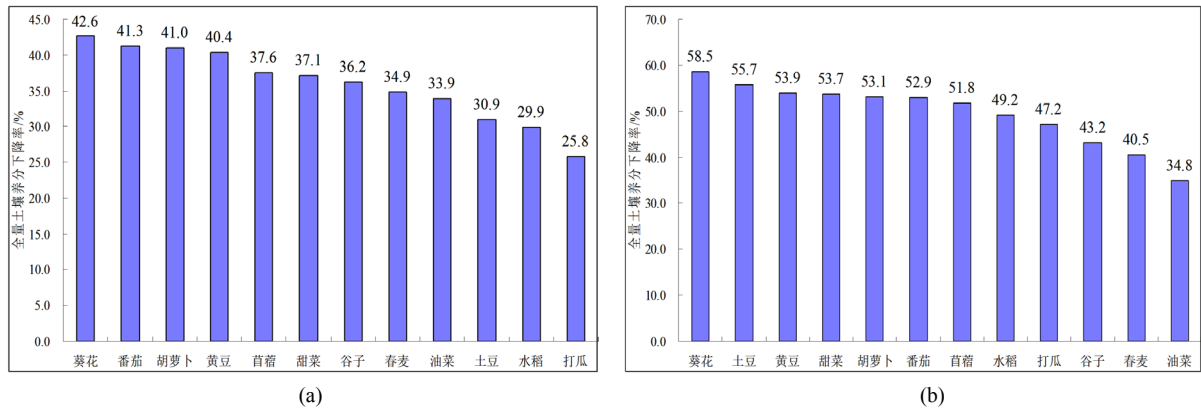


Figure 1. Reduction rate of comprehensive soil nutrients of different drip irrigation crops
图 1. 不同滴灌作物综合土壤养分下降率

由土壤全量养分和速效养分下降程度来看, 滴灌作物土壤速效养分下降率明显大于土壤全量养分, 但不同作物下降整体范围差别不是很大。这体现了滴灌作物吸收利用土壤速效性养分比土壤全量养分高的基本特性。

3.3. 滴灌土壤养分利用分析

土壤速效养分是可以为滴灌作物生长期利用的有效养分, 因此, 基于滴灌作物收获后耕作层(20 cm)土壤有效养分测定值与生长前期测定值之差, 扣除作物生长期施肥量, 同时采用环刀法测定单位体积农田耕作层土壤质量的参数土壤容重, 由此计算分析滴灌土壤养分吸收利用分析结果(表 4)可以看出, 滴灌作物不同则对土壤速效养分吸收利用量有差别, 12 种滴灌作物平均对土壤速效 N、速效 P 和速效 K 利用量分别是 142 kg/hm²、343 kg/hm² 和 664 kg/hm², 三项之合为 1150 kg/hm²。从滴灌土壤速效养分利用结构来看, 12 种滴灌作物速效 N 用量最多是滴灌黄豆 213 kg/hm², 相对少是谷子 102 kg/hm²; 速效 P 用量最多是滴灌甜菜 650 kg/hm², 相对较少是滴灌春麦 212 kg/hm²; 速效 K 用量多滴灌葵花 888 kg/hm², 相对较少是滴灌甜菜 364 kg/hm²; 速效养分 N、P、K 用量多是滴灌葵花 1340 kg/hm², 相对较少是滴灌土豆 924 kg/hm²。进一步分析看出, 双子叶滴灌作物耗用土壤速效 N、速效 P 较多, 而单子叶滴灌作物耗用土壤速效 N、速效 P 相对较少。

Table 4. Analysis of soil available nutrient utilization under drip irrigation
表 4. 滴灌土壤速效养分利用量分析

滴灌作物	平均产量 (kg/hm ²)	收前土壤速效养分 (mg/kg)			收后土壤速效养分 (mg/kg)			耕层土壤容重 (g/cm ³)	土壤养分利用 (kg/hm ²)			
		速 N	速 P	速 K	速 N	速 P	速 K		速 N	速 P	速 K	Σ
春麦	5220	69.9	83.6	599	20.1	17.0	370	1.59	158	212	729	1099
水稻	6000	66.2	170.2	517	28.9	15.6	338	1.53	114	473	548	1136
谷子	8985	54.6	135.6	472	20.0	64.1	237	1.48	102	212	696	1010
土豆	39225	60.6	123.8	415	25.0	29.1	255	1.59	113	301	509	924
黄豆	3945	85.2	179.6	501	16.4	18.5	318	1.55	213	500	568	1281
油菜	2085	60.3	93.6	536	21.4	18.3	277	1.54	120	232	798	1150
葵花	3600	72.7	107.3	481	19.0	9.5	183	1.49	160	292	888	1340

Continued

甜菜	72645	86.9	262.6	427	29.9	32.1	298	1.41	161	650	364	1175
打瓜	2190	90.4	138.5	539	34.4	40.1	345	1.48	166	291	575	1032
蕃茄	106005	62.1	118.7	480	24.9	12.2	208	1.59	118	339	865	1323
胡萝卜	84285	69.5	141.6	490	18.1	17.1	288	1.50	154	374	606	1134
苜蓿	21645	62.2	95.3	567	22.7	18.2	308	1.59	126	245	824	1195
平均	29653	70.1	137.5	502	23.4	24.3	285	1.53	142	343	664	1150

图2为滴灌作物平均产量对土壤速效养分耗用分析, 结果显示, 不同滴灌作物每产出100 kg产量, 土壤速效养分(N、P、K)耗用不同: 12种滴灌作物平均土壤速效养分的耗用率为19.6%, 滴灌作物油菜耗用最大55.2%, 耗用11.2%~55.2%主要体现在单位产量相对较低滴灌作物(油菜、打瓜、葵花、黄豆、春麦、水稻、谷子), 耗用1.3%~5.5%主要是单位产量较高滴灌作物(蕃茄、胡萝卜、甜菜、土豆、苜蓿)。

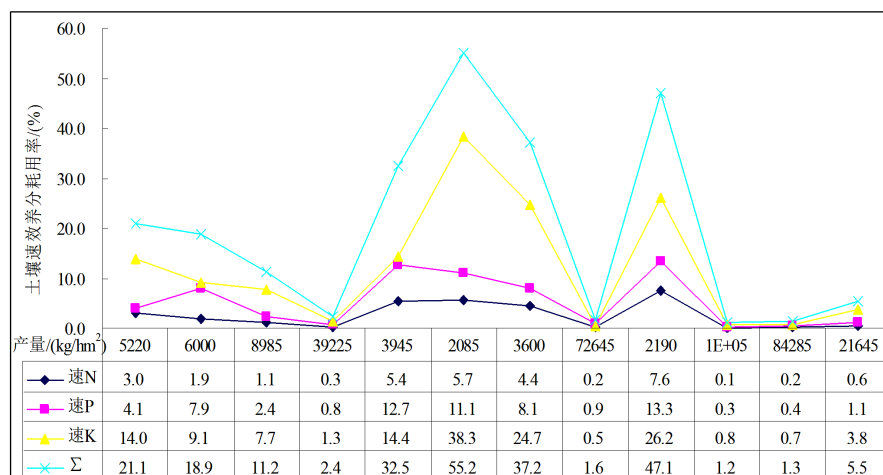


Figure 2. Soil available nutrient consumption (%) for crop yield under drip irrigation
图2. 滴灌作物产量土壤速效养分耗用率(%)

4. 结论与讨论

4.1. 结论

滴灌作物土壤养分变化初步分析表明, 土壤全量 N 含量表现平稳, 土壤全 P、全 K 和土壤有机质含量变化差异明显, 土壤速效养分 N、P、K 含量低于土壤全量养分, 但具有类似变化特点, 说明土壤 N 素吸收稳定, 土壤 P、K 吸收利用相对变化较大; 滴灌作物用水量和产量增加的同时, 土壤全量和土壤有效养分呈现由高降低变化趋势: 土壤全量下降 42.6%~25.8%, 土壤速效养分下降 58.5%~34.8%, 下降程度明显大于土壤全量养分; 滴灌作物对土壤速效 N、P、K 利用量分别是 142 kg/hm²、343 kg/hm² 和 664 kg/hm², 由滴灌作物种类结构来看, 双子叶作物耗用土壤速效 N、速效 P 较多, 而单子叶滴灌作物耗用土壤速效 N、速效 P 相对较少, 滴灌作物每产出 100 kg 产量, 12 种作物平均土壤速效养分耗用 19.6%, 土壤速效养分耗用较多 11.2%~55.2% 主要是产量相对较低作物, 耗用较少 1.3%~5.5% 主要是产量较高作物。

4.2. 讨论

本文分析结果有助于了解滴灌条件下土壤肥力和土壤有效养分与滴灌作物生长相互作用, 对于滴灌

作物产量形成的土壤全量和速效养分变化及吸收状态, 注重滴灌农田土壤水肥气势生态环境友好, 充分发挥滴灌节水农田土壤生态效应, 提高土地利用质量及综合产出能力具有实际意义, 基于此本项目尚有待于进一步开展滴灌土壤养分高效利用、施肥投入产出及滴灌农田土壤生态可持续问题研究。

参考文献

- [1] 乔江飞, 赖宁, 耿庆龙, 等. 不同滴灌年限小麦土壤养分积累时空变异特征[J]. 新疆农业科学, 2017(4): 667-674.
- [2] 侯振安, 刘小玉, 龚江, 等. 北疆滴灌小麦一年两作农田土壤养分动态变化研究[J]. 石河子大学学报, 2012(6): 666-671.
- [3] 吕宁, 吕新, 马莉, 等. 基于 GIS 的滴灌棉田土壤养分空间变异及预测方法比较研究[J]. 土壤通报, 2013(2): 403-408.
- [4] 王海江, 崔静, 李军龙, 等. 绿洲滴灌棉田土壤养分空间变异性研究[J]. 湖北农业科学, 2009(7): 1602-1605.
- [5] 殷彩云, 王家强, 肖春鸣, 等. 南疆滴灌棉田土壤速效养分时空分布特征[J]. 西北农业学报, 2016(10): 1575-1581.
- [6] 金伟, 刘梅, 王灵燕, 等. 滴灌养分、水分动态监测与研究试验[J]. 中国棉花, 2005(1): 59-62.
- [7] 张磊, 曾胜和, 陈云, 等. 水肥一体化对新疆膜下滴灌水稻产量及养分利用的影响[J]. 新疆农垦科技, 2017(11): 33-36.
- [8] 虎净, 危常州, 宋凯, 等. 干旱区滴灌春小麦氮、磷、钾养分吸收规律[J]. 新疆农业科学, 2015(5): 808-814.
- [9] 宰松梅, 刘杨, 仵峰, 等. 干旱区滴灌春小麦氮、磷、钾养分吸收规律[J]. 灌溉排水学报, 2010(6): 72-75.
- [10] 权丽双, 王振华, 何新林, 等. 水肥耦合对极端干旱区滴灌大枣土壤养分的影响[J]. 农学学报, 2015(8): 52-58.
- [11] 梁平. 滴灌棉田早衰与土壤肥力的相关性分析[J]. 新疆农垦科技, 2008(6): 61.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2334-3338, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ojswc@hanspub.org