

张皓,何腾兵,林昌虎,等. 不同种植方式黔产半夏土壤养分分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):226-230.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.074

不同种植方式黔产半夏土壤养分分析

张皓¹,何腾兵^{1,2},林昌虎³,何冠谿⁴,高安勤^{1,5}

(1. 贵州大学农学院,贵州贵阳 550025;2. 贵州大学新农村发展研究院,贵州贵阳 550025;

3. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室,贵州贵阳 550001;4. 贵州大学生命科学学院,贵州贵阳 550025;

5. 贵州省六盘水市农业委员会,贵州六盘水 553000)

摘要:以4种植植方式(净作、连作、混播、套作)土壤作为研究对象,探讨不同种植方式下半夏土壤养分的差异,测定了土壤pH值、有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、速效钾、缓效钾等指标。结果表明,净作、轮作、混播土壤pH值为中性或弱酸性,连作土壤酸化严重;轮作土壤有机质、全氮、碱解氮含量在4种方式中最高,分别为48.98 g/kg、2.27 g/kg、194.00 mg/kg;混播土壤全磷、有效磷、缓效钾含量最高,分别为1.27 g/kg、22.99 mg/kg、265.77 mg/kg;连作土壤全钾含量最高,为17.27 g/kg;轮作土壤速效钾含量最高,为181.50 mg/kg。pH值与缓效钾呈显著正相关,与碱解氮呈显著负相关;有机质与全氮呈极显著正相关;全磷与有效磷呈显著正相关;全氮与速效钾呈显著正相关。通过主成分分析,4种植植方式土壤养分因子综合得分排序为:轮作(0.13) > 混播(-0.01) > 净作(-0.02) > 连作(-0.07)。从半夏生长对土壤养分需求和促进耕地可持续利用的角度看,轮作在4种植植方式中最适宜。

关键词:种植方式;黔产半夏;土壤养分;分析;相关性

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0226-05

半夏来源于天南星科植物半夏[*Pinellia ternate* (Thunb.) Breit.]的干燥块茎,历版《中国药典》均有收载,具有燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结之功效^[1]。贵州省是野生半夏的重点分布区域,同时也是人工种植半夏的聚集地。其中,毕节市赫章县是贵州省半夏药材的主产区,有着20多年的人工栽培半夏历史,赫章县河镇乡80%的农户都在种植半夏,取得了可观的经济和社会效益。近年来,关于半夏土壤环境质量分析与评价^[2]、半夏优化栽培模式^[3]、不同产地半夏的品质比较^[4]等研究均见诸报道,但是对于不同种植方式半夏土壤养分的研究却十分少见。作物种植方式是影响土壤肥力变化最普遍、最直接、最深刻的因素^[5-9]。而土壤养分又是土壤肥力的重要组成部分,对作物生长和产量有着重要影响。为此,笔者在调查半夏种植基地的前提下,选择4种植植方式(净作、连作、混播、套作)土壤作为研究对象,探讨不同种植方式下半夏土壤养分的差异,以期为指导半夏的合理施肥,提高半夏产量与品质提供依据。

1 材料与与方法

1.1 研究区概况

研究区位于贵州省赫章县河镇乡,地处黔西北高原向黔中高原过渡地段,属中亚热带季风气候区,同时具有北亚热带

夏湿春干温凉的气候特征,平均海拔2 100 m,年均气温11℃,年均降水量923 mm,无霜期210 d,年均日照时数1 200 h,土壤类型为黄棕壤。常年土地滋润,不受干旱天气影响。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选择 供试样地种植方式:(1)净作(设置为对照);(2)连作(3年);(3)混播(前茬小块半夏,留于土壤中不进行采收,撒播苜蓿,次年半夏出芽前将苜蓿刈后作为绿肥,施入土壤);(4)轮作(马铃薯与半夏轮作)。各种植方式的其他田间管理均一致。

1.2.2 土样采集 2013年10月,半夏收获后,下茬半夏种植前采集土壤样品,采样前1周研究区未见雨雪,样品选择多云天气下在1 d内完成采集。土壤样品深度控制在0~20 cm,按样点“S”形路线分布,每个土样采5个点以上混合,去除大块砾石与植物须根,混合均匀,取土质量1 kg,装入无菌塑料袋中,分别进行编号,密封保存。

1.2.3 土样制备 土样经室内风干研磨,过孔径1 mm、0.15 mm筛,装瓶、备用。

1.2.4 土样测定 土壤机械组成:简易比重计法;土壤pH值:电位法;土壤有机质:油浴加热重铬酸钾氧化容量法;土壤全氮:凯氏蒸馏法;土壤全磷:高氯酸消解-钼锑抗比色法;全钾:氢氧化钠熔融-火焰光度计法;土壤碱解氮:碱解扩散法;土壤有效磷:碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾:乙酸铵浸提-火焰光度计法;土壤缓效钾:硝酸浸提-火焰光度计法,减速效钾。

2 结果与分析

2.1 土壤pH值

由图1可知,4种植植方式土壤pH值大小为:混播 > 轮

收稿日期:2014-07-15

基金项目:贵州省中药现代化重大专项[编号:黔科合重大专项字(2012)6010-3-1];贵州省科技创新人才团队建设计划(编号:黔科合人才团队[2013]4020);本科教学工程项目。

作者简介:张皓(1988—),男,硕士研究生,研究方向为土地利用与信息技术。E-mail:hao.0210@163.com。

通信作者:何腾兵(1963—),男,教授,硕士生导师,主要从事土壤学、环境科学的教学与科研工作。E-mail:hetengbing@163.com。

作 > 净作 > 连作; pH 值介于 4.96 ~ 7.43 之间。变异强度评价参照薛正平等的三级评价法^[10] 进行分析, 即: 变异系数 $CV < 10\%$, 弱变异; $10\% \leq CV \leq 30\%$, 中等变异; $CV > 30\%$, 强变异。连作土壤变异系数为 10.10%, 为中等变异, 其余 3 种方式为弱变异。连作后土壤吸附交换性阳离子的能力降低, 一遇降水, 土壤中的可溶性物质逐渐溶解, 溶液随水流离开根区土层, 造成表层土壤严重酸化^[11-12]。半夏适宜生长的土壤 pH 值范围为 6.5 ~ 7.5^[13], 土壤的酸性太强会造成可溶性铁、铝增加, 有效磷易被固定而降低其有效性。同时, 酸性环境有利于真菌类病原微生物的孳生繁衍, 封海胜等认为土壤从细菌型转化成真菌型是地力衰竭的标志之一^[14]。因此对于种植半夏而言, 合理的选择种植方式调控土壤酸碱度, 不仅可达到提高半夏产质的目的, 还可保证地力持续稳定。

2.2 土壤有机质

土壤有机质是土壤质量的核心, 其数量和质量影响土壤性质, 在维持土壤质量和控制养分方面起重要作用^[15]。土壤有机质作为土壤养分的储存库和微生物活动的主要能量来源, 其含量在很大程度上决定了土壤理化性质和肥力水平^[16]。由表 1 可知, 不同种植方式黔产半夏土壤有机质含量

表 1 不同种植方式黔产半夏土壤有机质含量及其分布

种植方式	范围 (g/kg)	平均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	变异系数 (%)	土壤有机质分布比例 (%)			
					< 15 g/kg	15 ~ < 30 g/kg	30 ~ < 50 g/kg	≥ 50 g/kg
净作	29.03 ~ 52.83	33.30	5.02	15.08	0.00	92.90	6.25	0.85
连作	18.15 ~ 88.24	44.00	22.26	50.60	0.85	15.82	67.52	16.67
轮作	40.52 ~ 63.04	48.98	10.71	21.87	0.00	3.07	54.53	42.40
混播	28.76 ~ 53.17	45.70	6.35	13.90	0.00	1.24	55.24	43.52

2.3 土壤全氮与碱解氮

氮是植物生长发育的必需营养元素, 而土壤氮素的供应是植物氮素营养的重要来源。对于半夏而言, 氮对地上器官的生长, 以及减少“倒苗”可能有重要作用^[17], 而且产量随氮肥施用量的增加而增加^[18]。肖平阔等研究发现半夏 1 年内不同生长时期对氮、磷、钾的吸收量, 以氮最高^[19]。从表 2 可知, 不同种植方式黔产半夏土壤全氮含量范围在 0.73 ~ 3.53 g/kg 之间, 4 种植方式全氮含量关系为: 轮作 > 连作 > 混播 > 净

表 2 不同种植方式黔产半夏土壤全氮含量及其分布

种植方式	范围 (g/kg)	平均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	变异系数 (%)	土壤全氮分布比例 (%)		
					< 1 g/kg	1 ~ < 2 g/kg	≥ 2 g/kg
净作	1.52 ~ 2.02	1.67	0.25	15.21	0.00	89.67	10.33
连作	0.73 ~ 3.53	2.06	0.82	39.65	22.53	55.67	21.80
轮作	2.02 ~ 2.88	2.27	0.41	17.94	0.00	0.00	100.00
混播	1.50 ~ 2.24	1.91	0.31	15.94	0.00	61.64	38.36

从表 3 可知, 不同种植方式黔产半夏土壤碱解氮含量范围在 102.71 ~ 225.00 mg/kg, 4 种植方式碱解氮含量关系为: 轮作 > 连作 > 混播 > 净作。净作方式土壤碱解氮的变异系数为 28.15%, 为 4 种植方式中变异系数最大, 总体而言 4 种植方式均为中等变异。从分布上来看, 净作土壤碱解氮含量集中于 100 ~ < 200 mg/kg, 比例为 89.60%; 连作土壤碱解氮含量集中于 150 ~ < 200 mg/kg, 比例为 67.61%; 混播土壤碱解氮含量集中于 150 ~ < 200 mg/kg, 比例为 67.98%; 轮作土壤碱解氮含量大部分 ≥ 200 mg/kg, 在 4 种植方式中碱解氮含量 ≥ 200 mg/kg 的比重最高。

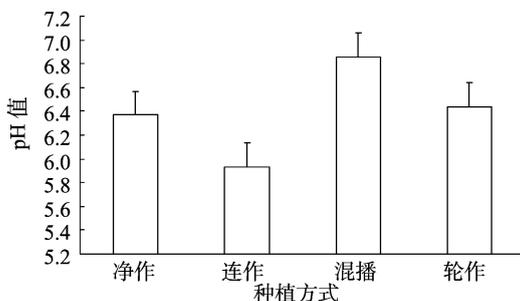


图 1 不同种植方式半夏土壤 pH 值

范围在 18.15 ~ 88.24 g/kg 之间, 4 种植方式有机质含量关系为: 轮作 > 混播 > 连作 > 净作。连作方式下土壤有机质的变异系数为 50.60%, 达到了强变异, 其他 3 种植方式均为中等变异强度。从分布上来看, 净作土壤有机质含量集中于 15 ~ < 30 g/kg, 比例为 92.90%; 连作土壤有机质含量集中于 30 ~ < 50 g/kg, 比例为 67.52%; 轮作、混播土壤有机质含量集中在 30 ~ < 50 g/kg、≥ 50 g/kg 2 个范围, 混播土壤有机质含量在 4 种植方式中 ≥ 50 g/kg 所占比例最高。

作。连作方式土壤全氮的变异系数为 39.65%, 达到了强变异, 其他 3 种植方式均为中等变异强度。从分布上来看, 净作土壤全氮含量集中于 1.00 ~ < 2.00 g/kg, 比例为 89.67%; 连作土壤全氮含量集中于 1.00 ~ < 2.00 g/kg, 比例为 55.67%; 轮作土壤全氮含量全部集中在 ≥ 2.00 g/kg 范围; 混播土壤全氮含量, 1.00 ~ < 2.00 g/kg、≥ 2.00 g/kg 所占比例分别为 61.64%、38.36%。

2.4 土壤全磷与有效磷

磷是植物体内许多有机化合物的组成成分, 又以多种方式参与植物体内的各种代谢过程, 在植物生长发育过程中起着重要的作用。对半夏而言, 合理地通过地面浇施和叶面喷施磷肥, 可以促进其地上和地下部分的生长, 提高其抗逆性^[17]。从表 4 可以看出, 不同种植方式黔产半夏土壤全磷含量范围为 0.72 ~ 1.62 g/kg, 4 种植方式全磷含量关系为: 混播 > 轮作 > 连作 > 净作。连作方式土壤全磷的变异系数为 14.92%, 为 4 种植方式中变异系数最大, 总体而言 4 种植方式均为中等变异。从分布上来看, 净作土壤全磷含量全部在

表3 不同种植方式黔产半夏土壤碱解氮含量及其分布

种植方式	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	土壤碱解氮分布比例(%)				
					<65 mg/kg	65 ~ <100 mg/kg	100 ~ <150 mg/kg	150 ~ <200 mg/kg	≥200 mg/kg
净作	102.71 ~ 202.67	142.06	39.99	28.15	0.00	10.40	62.76	26.84	0.00
连作	136.58 ~ 181.91	156.85	16.36	10.43	0.00	0.00	32.39	67.61	0.00
轮作	146.00 ~ 225.00	194.00	33.83	17.44	0.00	0.00	22.96	26.22	50.82
混播	123.00 ~ 179.13	152.95	20.76	13.57	0.00	0.00	31.11	67.98	0.91

表4 不同种植方式黔产半夏土壤全磷含量及其分布

种植方式	范围 (g/kg)	平均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	变异系数 (%)	土壤全磷分布比例(%)			
					<0.5 g/kg	0.5 ~ <1.0 g/kg	1.0 ~ <1.5 g/kg	≥1.5 g/kg
净作	0.72 ~ 0.92	0.80	0.10	12.61	0.00	100.00	0.00	0.00
连作	0.91 ~ 1.62	1.14	0.17	14.92	0.00	34.69	63.27	2.04
轮作	1.00 ~ 1.31	1.17	0.13	11.22	0.00	24.31	75.69	0.00
混播	1.01 ~ 1.31	1.27	0.22	17.53	0.00	3.04	72.66	24.30

0.5 ~ <1.0 g/kg 之间;连作土壤全磷含量集中于 1.00 ~ <1.50 g/kg, 比例为 63.27%; 轮作土壤全磷含量集中在 0.5 ~ <1.0 g/kg 的范围, 比例达到了 75.69%; 混播土壤全磷含量集中在 1.00 ~ <1.50 g/kg (72.66%)。

由表5可知,不同种植方式黔产半夏土壤有效磷含量范围为 3.50 ~ 48.00 mg/kg, 4种方式有效磷含量关系为:混播 > 连作 > 净作 > 轮作。轮作土壤有效磷的变异系数为 68.14%, 为4种植方式中变异系数最大, 总体而言4种方式

均为强变异。从分布上来看,净作土壤有效磷含量集中于 <10 mg/kg, 比例为 66.67%; 连作土壤有效磷含量集中于 10 ~ <20 mg/kg, 比例为 66.67%; 轮作土壤有效磷 <10 mg/kg 的比例达到了 50% 以上, 10 ~ <20 mg/kg、20 ~ <40 mg/kg 比例相当; 混播土壤有效磷的含量在 4 个水平均有分布, 按照含量值区间高低, 其比例依次为 21.34%、38.62%、20.00%、20.04%。

表5 不同种植方式黔产半夏土壤有效磷含量及其分布

种植方式	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	土壤有效磷分布比例(%)			
					<10 mg/kg	10 ~ <20 mg/kg	20 ~ <40 mg/kg	≥40 mg/kg
净作	8.84 ~ 18.50	12.42	5.29	42.62	66.67	33.33	0.00	0.00
连作	10.14 ~ 31.90	17.00	8.74	51.43	0.00	66.67	33.33	0.00
轮作	3.50 ~ 20.30	11.56	7.88	68.14	51.09	24.25	24.66	0.00
混播	8.70 ~ 48.00	22.99	15.25	66.31	21.34	38.62	20.00	20.04

2.5 土壤全钾、速效钾与缓效钾

半夏喜钾,陈效杰研究指出,在影响半夏产量的氮、磷、钾3种因子中,钾素的影响仅次于氮素^[20]。从表6可知,不同种植方式黔产半夏土壤全钾含量范围为 12.10 ~ 25.00 g/kg, 4种植方式全钾含量关系为:连作 > 混播 > 轮作 > 净作。连

作方式土壤全氮的变异系数为 23.13%, 为4种植方式中变异系数最大, 达到中等变异强度, 其余3种方式为弱变异。从分布上来看,净作、轮作、混播的土壤全钾含量全部在 10 ~ <15 g/kg 之间; 连作土壤全磷含量集中于 15 ~ <20 g/kg, 比例为 56.90%。

表6 不同种植方式黔产半夏土壤全钾含量及其分布

种植方式	范围 (g/kg)	平均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	变异系数 (%)	土壤全钾分布比例(%)			
					<10 g/kg	10 ~ <15 g/kg	15 ~ <20 g/kg	≥20 g/kg
净作	12.10 ~ 14.10	12.89	1.07	8.32	0.00	100.00	0.00	0.00
连作	14.00 ~ 25.00	17.27	4.00	23.13	0.00	26.43	56.90	16.67
轮作	12.20 ~ 14.96	13.16	1.25	9.49	0.00	100.00	0.00	0.00
混播	14.13 ~ 16.20	14.52	1.20	8.27	0.00	100.00	0.00	0.00

由表7可知,不同种植方式黔产半夏土壤速效钾含量范围为 100.25 ~ 245.98 mg/kg, 4种植方式速效钾含量关系为:轮作 > 连作 > 混播 > 净作。净作土壤速效钾的变异系数为 40.48%, 为4种植方式中变异系数最大, 总体而言4种方式均为中-强变异。从分布上来看,净作土壤速效钾含量集中于 80 ~ <150 mg/kg, 比例为 64.61%; 连作土壤速效钾含量集中于 80 ~ <220 mg/kg; 轮作土壤速效钾 220 ~ <350 mg/kg 的比例达到了 50% 以上; 混播土壤速效钾的含量在 80 ~ <150 mg/kg 之间的比例为 80.11%。

由表8可知,不同种植方式黔产半夏土壤缓效钾含量范围为 80.28 ~ 425.66 mg/kg, 4种植方式缓效钾含量关系为:混播 > 轮作 > 连作 > 净作。混播土壤缓效钾的变异系数为 55.43%, 为4种植方式中变异系数最大, 总体而言4种方式均为中-强变异。从分布上来看,净作土壤缓效钾含量全部位于 150 ~ <220 mg/kg; 连作、轮作土壤缓效钾含量在 4 个水平均有分布; 混播土壤缓效钾的含量在 80 ~ <150 mg/kg、150 ~ <220 mg/kg、220 ~ <350 mg/kg 之间的比例分别为 22.49%、27.31%、50.20%。

表7 不同种植方式黔产半夏土壤速效钾含量及其分布

种植方式	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	土壤速效钾分布比例(%)				
					<80 mg/kg	80 ~ <150 mg/kg	150 ~ <220 mg/kg	220 ~ <350 mg/kg	≥350 mg/kg
净作	100.25 ~ 235.75	132.49	53.63	40.48	0.00	64.61	30.66	4.73	0.00
连作	110.48 ~ 219.36	167.17	52.95	31.67	0.00	52.57	47.43	0.00	0.00
轮作	125.54 ~ 239.80	181.50	63.05	34.74	0.00	33.09	14.17	52.74	0.00
混播	104.11 ~ 245.98	147.65	56.96	38.58	0.00	80.11	6.46	11.83	1.60

表8 不同种植方式黔产半夏土壤缓效钾含量及其分布

种植方式	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	土壤缓效钾分布比例(%)				
					<80 mg/kg	80 ~ <150 mg/kg	150 ~ <220 mg/kg	220 ~ <350 mg/kg	≥350 mg/kg
净作	147.76 ~ 294.36	201.65	80.64	39.99	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
连作	80.28 ~ 392.31	241.64	115.22	47.68	0.00	16.11	33.91	33.21	16.77
轮作	97.64 ~ 425.66	252.72	72.96	28.87	0.00	24.66	28.38	29.25	17.71
混播	148.92 ~ 324.76	265.77	147.31	55.43	0.00	22.49	27.31	50.20	0.00

2.6 养分指标间的相关性

从表9可知,pH值与缓效钾呈显著正相关,与碱解氮呈显著负相关;有机质与全氮呈极显著的正相关;全磷与有效磷

呈显著正相关;全氮与速效钾呈显著正相关。其他养分之间尽管存在相关性,但是不显著。

表9 不同种植方式黔产半夏土壤养分之间的相关性

养分指标	相关系数									
	pH值	有机质	全磷	全钾	全氮	有效磷	缓效钾	速效钾	碱解氮	
pH值	1									
有机质	-0.237	1								
全磷	0.117	0.093	1							
全钾	0.354	-0.052	-0.166	1						
全氮	-0.345	0.920**	-0.015	-0.063	1					
有效磷	0.111	0.384	0.517*	-0.040	0.232	1				
缓效钾	0.491*	0.286	-0.095	0.215	0.250	-0.089	1			
速效钾	-0.026	0.431	-0.030	0.288	0.587*	0.075	0.328	1		
碱解氮	-0.492*	0.197	0.261	-0.159	0.346	0.157	-0.274	0.396	1	

注:*表示在0.05水平(双侧)上显著相关;**表示在0.01水平(双侧)上极显著相关。

2.7 主成分分析

为探究半夏不同种植方式下土壤养分的优劣,对9种指标进行主成分分析,结果如表10所示:提取的主成分的累积贡献率为80%~85%,特征值均大于1,可确定主成分数为4。

表10 特征值大于1的主成分及贡献率

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差(%)	累积(%)	合计	方差(%)	累积(%)
1	2.80	31.15	31.15	2.80	31.15	31.15
2	2.04	22.63	53.78	2.04	22.63	53.78
3	1.55	17.24	71.02	1.55	17.24	71.02
4	1.03	11.45	82.47	1.03	11.45	82.47

由表11可知,第一主成分中有机质的因子载荷量最大,第二主成分中pH值的因子载荷量最大,第三主成分中全磷的因子载荷量最大,第四主成分中全钾的因子载荷量最大。把因子载荷矩阵中的第*i*列向量除以第*i*个特征根的平方根以后,就得到第*i*个主成分 F_i 的特征向量;将得到的系数向量与标准化后的原始数据相乘,然后就可以得出主成分 F_i 的表达式;以各主成分的方差贡献率为权重进行加权汇总,得到各种种植方式养分因子的综合得分 $F_{综合}^{[21]}$,见表12。

由表11可知,轮作土壤养分因子综合值最高,4种植方式综合得分排序为:轮作>混播>净作>连作。

表11 因子荷载矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
pH值	-0.397	0.684	0.491	0.038
有机质	0.873	0.189	0.027	-0.344
全磷	0.203	-0.258	0.813	0.129
全钾	-0.089	0.595	-0.031	0.614
全氮	0.926	0.149	-0.173	-0.208
有效磷	0.412	-0.090	0.763	-0.024
缓效钾	0.151	0.822	0.025	-0.241
速效钾	0.670	0.395	-0.174	0.436
碱解氮	0.579	-0.478	-0.064	0.499

表12 不同种植方式黔产半夏土壤养分因子综合得分

种植方式	$F_{综合}$
净作	-0.02
连作	-0.07
轮作	0.13
混播	-0.01

3 结论

(1)净作、轮作、混播土壤酸碱度为中性或弱酸性,均适宜半夏生长,连作土壤酸化严重,表明半夏不适宜连作。

(2)肖平阔等研究发现每生产 100 kg 半夏干物质吸收的氮素(N)为 18.56 kg,磷(P_2O_5)为 11.68 kg,钾(K_2O)为 16.11 kg,所以氮素供应尤为重要^[19]。轮作土壤有机质、全氮、碱解氮在 4 种植方式中含量最高,因为通过轮作可以改变土壤微生物的种群和活性,在微生物参与下,土壤中枯枝落叶、动物残体等经过腐殖化作用形成土壤腐殖质,有效地提高了土壤保肥能力^[22]。

(3)混播土壤全磷、有效磷的含量最高。由于与半夏混播所选择的首蓿,在中等磷水平地区(14 mg/kg)能明显增加对磷的积累和吸收^[23-25],首蓿从土壤中吸收利用速效磷是无偿的,长势越好,产量越高,从土壤中吸收带出的量就越多^[26]。首蓿以绿肥形式归还到土壤中,增加了表层土壤的含量。连作土壤中磷含量较高,其原因是,南方土壤含有大量的无定型氧化铁、铝,对磷肥有极强的吸附固定作用,使磷肥成为难溶性磷,利用率极低^[27],造成每年施用的磷肥大部分残留于土壤中^[28]。轮作可以通过改善土壤微环境,提高土壤中磷的利用率,高聚林等研究表明每生产 100 kg 马铃薯块茎仅需吸收磷素(P_2O_5) 0.16 kg^[29],半夏与马铃薯轮作,在很大程度上减少了向土壤中施用磷肥的数量,有效地降低了土壤中磷的含量,可见施用磷肥的总量对土壤中磷的残留有显著影响,这也解释了为什么净作土壤全磷含量低于轮作土壤,而有效磷的含量却高于轮作土壤。

(4)连作土壤全钾含量最高,轮作土壤速效钾的含量最高,混播土壤缓效钾的含量最高。

(5)pH 值与缓效钾呈显著正相关,与碱解氮呈显著负相关;有机质与全氮呈极显著的正相关;全磷与有效磷呈显著正相关;全氮与速效钾呈显著正相关。其他养分之间尽管存在相关性,但不显著。

(6)通过主成分分析,4 种植方式土壤养分因子综合得分排序为:轮作(0.13) > 混播(-0.01) > 净作(-0.02) > 连作(-0.07)。

综上,从半夏生长对土壤养分需求和促进耕地可持续利用的角度看,轮作在 4 种植方式中最适宜。须注意的是,要避免选择茄科植物与半夏轮作,应优选禾本科和豆科植物。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2010.

[2] 陈铁柱,薛朝金,许文艺,等. 赫章半夏土壤环境质量分析与评价[J]. 时珍国医国药,2010,21(3):713-714.

[3] 王海玲,王孝华,阮培均,等. 喀斯特温和气候区半夏优化栽培模式研究[J]. 中国农学通报,2012,28(10):271-276.

[4] 杨琳,陈妮妮,徐亮. 贵州不同产地半夏的品质比较[J]. 贵州农业科学,2012,40(10):52-54.

[5] 赵庚星,李秀娟,李涛,等. 耕地不同利用方式下的土壤养分状况分析[J]. 农业工程学报,2005,21(10):55-58.

[6] 龙健,黄昌勇,李娟. 喀斯特山区土地利用方式对土壤质量演变的影响[J]. 水土保持学报,2002,16(1):76-79.

[7] 龙健,李娟,汪境仁. 贵州中部岩溶丘陵区不同土地利用和管理方式对土壤肥力的影响[J]. 土壤通报,2006,37(2):249-252.

[8] 赵其国. 现代土壤学与农业持续发展[J]. 土壤学报,1996,33(1):1-12.

[9] 王莉,张强,牛西午,等. 黄土高原丘陵区不同土地利用方式对土壤理化性质的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(4):53-56.

[10] 薛正平,杨星卫,段项锁,等. 土壤养分空间变异及合理取样数研究[J]. 农业工程学报,2002,18(4):6-9.

[11] Poss R, Smith C J, Dunin F X, et al. Rate of soil acidification under wheat in a semi-arid environment[J]. Plant and Soil, 1995, 177(1):85-100.

[12] van Breemen N, Driscoll C T, Mulder J. Acidic deposition and internal proton sources in acidification of soils and waters[J]. Nature. 1984,307(16):599-604.

[13] 陈铁柱,周先建,张美,等. 赫章半夏 GAP 规范化种植标准操作规程(SOP)[J]. 现代中药研究与实践,2011(2):8-12.

[14] 封海胜,张思芬,万书波,等. 花生连作对土壤及根际微生物区系的影响[J]. 山东农业科学,1993(1):13-15.

[15] 许淑青,张仁陟,董博,等. 耕作方式对耕层土壤结构性能及有机碳含量的影响[J]. 中国生态农业学报,2009,17(2):203-208.

[16] 孙燕,高焕梅,和林涛. 土壤有机质及有机肥对烟草品质的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(20):6160-6161.

[17] 申浩,吴卫,郑有良,等. 川半夏生长期氮、磷、钾营养吸收特性研究[J]. 中国中药杂志,2010,35(1):22-26.

[18] 陈中坚,孙玉琴,赵雄廷,等. 施肥水平对半夏产量和质量影响的研究[J]. 中药材,2006,29(8):757-759.

[19] 肖平阔,王沫,张振媛,等. 半夏干物质积累与氮、磷、钾吸收特点的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(2):453-456.

[20] 陈效杰. 半夏优化栽培模式研究初报[J]. 甘肃农业科技,1998(4):19-20.

[21] 刘艳. 北京市崇文区绿地表层土壤质量研究与评价[D]. 北京:中国林业科学研究院,2009.

[22] 刘松忠,张强,赵昌杰,等. 果园土壤有机质对土壤特性与果实品质的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(36):21104-21106.

[23] Fixen, Ludwick, Olean. Phosphorus and potassium fertilization of irrigated alfalfa on calcareous soils; 2: Soil phosphorus solubility relationships[J]. Soil Sci Soc Am J, 1983, 47:112-117.

[24] Collinal D J, Kelling K A. Effects of phosphorus, potassium, and sulfur on alfalfa nitrogen-fixation under field condition[J]. Agron J, 1986, 78:959-963.

[25] Sleight D M, Sander D H, Peterson G A. Effect of fertilizer phosphorus placement on the availability of phosphorus[J]. Soil Sci Soc Am J, 1984, 48:336-340.

[26] 罗天琼,刘正书,莫本田,等. 12 种紫花苜蓿干草产量与土壤养分变化的关系分析[J]. 中国草地,1998(2):29-32,71.

[27] 沈仁芳,蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷的形态分布及其有效性[J]. 土壤学报,1992,29(1):80-86.

[28] 李庆远,朱兆良,余天仁,等. 中国农业持续发展中的肥料问题[M]. 南昌:江西科学技术出版社,1998.

[29] 高聚林,刘克礼,盛晋华,等. 旱作马铃薯磷素的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯,2003,17(6):326-330.