

徐丽萍. 塑料大棚栽培下有机无机配施对大白菜产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(6): 109–114.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.06.018

塑料大棚栽培下有机无机配施对大白菜产量、品质及土壤肥力的影响

徐丽萍

(江苏省南京市六合区农业技术推广中心耕地质量保护站, 江苏南京 211500)

摘要:针对设施蔬菜生产中因氮肥施用过量引起的蔬菜品质降低问题,在南京市塑料大棚中通过田间小区试验研究有机肥氮不同比例替代化肥氮对大白菜生长及土壤肥力的影响。试验处理包括 CK(不施肥)、100% CF(只施用化肥)、80% CF + 20% OM(以有机肥氮替代 20% 化肥氮)、70% CF + 30% OM(以有机肥氮替代 30% 化肥氮)、60% CF + 40% OM(以有机肥氮替代 40% 化肥氮)。研究表明,80% CF + 20% OM 处理的大白菜生物量、产量和商品果率都高于其他处理,但差异不显著。相比 100% CF 处理,80% CF + 20% OM 处理显著提高了大白菜氨基酸含量,而 3 种有机肥替代化肥处理显著降低了大白菜可溶性糖含量;60% CF + 40% OM 显著提高了大白菜有机酸含量,70% CF + 30% OM 和 60% CF + 40% OM 处理显著降低了大白菜硝酸盐含量;70% CF + 30% OM 和 60% CF + 40% OM 处理显著降低了大白菜氮含量,60% CF + 40% OM 处理显著降低了大白菜钾含量;80% CF + 20% OM 处理显著提高了土壤电导率。说明相比 100% 化肥处理,在设施大白菜栽培中施用有机肥替代 20% ~ 40% 的化肥氮在稳产下可改善大白菜品质。

关键词:大白菜;有机无机配施;产量;品质;养分吸收;土壤化学性状

中图分类号: S634.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)06-0109-05

氮是影响蔬菜生长和产量形成的首要因素,对蔬菜品质也有重要的影响。然而,我国设施蔬菜施肥存在氮肥施用过量及其结构不合理等问题^[1],导致蔬菜品质降低,如蔬菜中硝酸盐积累过量、口感变差等,严重影响我国设施蔬菜产业的可持续发展^[2]。大量研究表明,以有机肥氮替代部分化肥氮在稳产甚至增产下可提高蔬菜品质。罗佳等研究了等氮条件下有机肥不同替代比例对生菜产量和品质的影响,结果发现,有机肥替代 40% 化肥氮时可保持生菜产量稳定,同时提高生菜的可溶性糖含量和可溶性蛋白含量^[3]。张宇等研究发现,以有机肥氮替代 25% 化肥氮在稳产下可降低大蒜的硝酸盐含量,提高可溶性糖含量,改善大蒜品质^[4]。赵征宇等研究发现有机肥氮替代化肥氮比例为 40% 可促进土壤氮素矿化,增加番茄产量^[5]。汤桂容等采用田间小区试验研究猪粪有机肥替代化肥氮对白菜和茼蒿产量及品质的影响,发现猪粪有机肥氮替代 20% 化肥氮在增产前提下还可提高蔬菜中维

生素 C 和可溶性糖含量,同时降低硝酸盐含量,显著改善蔬菜的品质^[6]。刘丽鹃等在等氮条件下研究有机肥替代化肥氮对青菜产量和品质的影响,结果发现,有机肥替代化肥降低了青菜产量及其硝酸盐含量,但是提高了维生素 C、蛋白质和可溶性糖含量^[7]。综上可知,施用有机肥氮替代部分化肥氮可有效提高蔬菜品质,然而,目前关于设施大白菜生产中的相关研究较少,尤其是关于有机肥提高蔬菜品质的机理尚不清楚。

南京市郊区是我国大白菜生产的重要区域之一,常年向南京市供应大白菜。然而,过量施肥等导致该地区大白菜品质逐渐降低,为解决这一问题,本试验在南京市六合区塑料大棚大白菜栽培中研究有机肥氮替代化肥氮不同比例对大白菜品质、养分吸收及土壤化学性状的影响,并通过相关性分析初步了解有机肥提高蔬菜品质的机理,为南京市设施大白菜生产建立合理的绿色施肥模式提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试大白菜品种为改良青杂三号。

试验地点位于江苏省农业科学院六合动物科

收稿日期:2020-06-29

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)1005]。

作者简介:徐丽萍(1978—),女,江苏兴化人,高级农艺师,主要从事耕地质量提升研究。E-mail:57472276@qq.com。

学基地(南京市六合区竹镇镇)。竹镇镇气候为温带季风气候,年降水量 914.6 mm,平均气温 15.6 ℃。小区试验田土壤为马肝土,土壤 pH 值 5.6,有机质含量 11.8 g/kg,总氮含量 0.9 g/kg,硝态氮含量 23.7 mg/kg,有效磷含量 51.4 mg/kg,速效钾含量 374.0 mg/kg。

供试肥料包括猪粪稻草有机肥,尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 12%)、硫酸钾(K₂O 50%)。

1.2 试验设计

试验共设 5 个处理:处理 1,空白对照(CK),不施肥;处理 2,100% 化肥氮(100% CF),只施用化肥;处理 3,80% 化肥氮 + 20% 有机肥氮(80% CF + 20% OM);处理 4,70% 化肥氮 + 30% 有机肥氮

(70% CF + 30% OM);处理 5,60% 化肥氮 + 40% 有机肥氮(60% CF + 40% OM)。处理 2、处理 3、处理 4、处理 5 的总氮量一致。所有施肥处理的氮肥基追比为 4.5 : 5.5,所有处理的磷钾肥一次性基施,各处理化肥养分施用量具体见表 1。追肥采用条施,微喷浇水。每个处理 3 个小区,随机区组排列。试验小区面积 4.6 m × 3.8 m = 17.48 m²。每个小区共栽 7 行大白菜,株距 50 cm,行距 60 cm。

2018 年 10 月 1 日按试验设计施基肥,10 月 9 日移栽,7 月 10 日追施分蘖肥,11 月 12 日追肥,除施肥不同外,各处理其余田间管理均一致。2019 年 1 月 4 日收获。

表 1 不同处理的化肥养分施用量

处理	化肥养分施用量(kg/667 m ²)			有机肥养分施用量(kg/667 m ²)			总养分施用量(kg/667 m ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100% CF	16.7	7.5	7.5	0.0	0.0	0.0	16.7	7.5	7.5
80% CF + 20% OM	13.4	7.5	7.5	3.3	4.9	2.8	16.7	12.4	10.3
70% CF + 30% OM	11.7	7.5	7.5	5.0	7.4	4.2	16.7	14.9	11.7
60% CF + 40% OM	10.0	7.5	7.5	6.7	9.8	5.6	16.7	17.3	13.1

1.3 测定指标及方法

1.3.1 植株样品采集及测定 大白菜收获后每小区采集植株样后,取部分鲜样进行品质测定,其余称鲜质量,然后在 105 ℃下杀青 30 min,于 60 ℃持续烘干,称质量。植株烘干样品粉碎后用硫酸 - 过氧化氢法消煮后用 Smartchem 全自动化学分析仪测定氮和磷含量^[10],用火焰光度计测定钾含量^[11]。

1.3.2 大白菜品质测定 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定;维生素 C 含量采用 2,6 - 二氯酚酚滴定法测定;硝酸盐含量采用紫外比色法测定;有机酸含量采用中和滴定法测定;氨基酸含量采用茚三酮比色法测定。

1.3.3 化肥氮的利用效率 氮肥回收率 = (施氮区地上部吸氮量 - 空白区地上部吸氮量) / 化肥施氮量 × 100% ;

氮肥农学利用率 = (施氮区产量 - 空白区产量) / 化肥施氮量 ;

氮肥生理利用率 = (施氮区产量 - 空白区产量) / (施氮区地上部吸氮量 - 空白区地上部吸氮量)。

1.3.4 土壤样品采集及测定 大白菜收获后每个小区采集 3 个土壤样品,采样深度为 15 ~ 20 cm,每

个样品均为多点混合,剔除植物残根,自然条件下风干。在实验室测定土壤 pH 值、电导率、硝态氮含量、有效磷含量和速效钾含量。取过 1 mm 筛的风干土样 10 g,加超纯水 50 mL,振荡 5 min,静置 30 min 后测定 pH 值和电导率;风干土样过 1 mm 筛后采用 KCl 浸提 - 酚二磺酸比色法测定硝态氮含量;风干土样过 1 mm 筛后采用 NaHCO₃ 浸提 - 钼蓝比色法测定有效磷含量^[8];风干土样过 1 mm 筛后采用醋酸铵浸提 - 火焰光度法测定速效钾含量^[9]。

1.4 数据分析

用 SPSS 22.0 进行数据统计分析,采用单因素方差分析比较不同处理间差异显著性。产量与其他指标相关性分析采用 Pearson 相关系数分析法。

2 结果与分析

2.1 大白菜生物量及产量

从表 2 可以看出,80% CF + 20% OM 处理的大白菜生物量、产量和商品果率都高于其他施肥处理,但差异不显著。此外,通过对化肥氮和有机肥氮施用量与生物量、产量和商品果率分别进行相关性分析,发现化肥氮施用量与生物量、产量和商品

表 2 不同处理的大白菜生物量、产量和商品果率

处理	生物量 (kg/667 m ²)	产量 (kg/667 m ²)	商品果率 (%)
CK	3 498.4b	2 049.1b	58.0b
100% CF	6 533.3a	4 376.7a	67.1a
80% CF+20% OM	6 809.9a	4 636.8a	68.1a
70% CF+30% OM	6 298.6a	4 180.8a	66.3a
60% CF+40% OM	6 326.6a	4 216.4a	66.5a
与化肥氮施用量相关系数(<i>r</i>)	0.894**	0.871**	0.699**
与有机肥氮施用量相关系数(<i>r</i>)	0.469	0.453	0.367

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平上差异显著。 ** 表示相关性在 0.01 水平上显著。

果率均呈极显著正相关。

2.2 大白菜品质分析

从表 3 可以看出,相比 100% 化肥处理,80% CF+20% OM 处理显著增加了大白菜氨基酸含量,而 3 种有机肥替代化肥处理显著降低了大白菜可溶

性糖含量。相比 100% CF 处理,60% CF+40% OM 显著增加了大白菜有机酸含量,70% CF+30% OM 和 60% CF+40% OM 处理显著降低了大白菜硝酸盐含量。此外,通过对化肥氮和有机肥氮施用量与大白菜品质指标进行相关性分析发现,可溶性糖含量与有机肥氮施用量呈显著负相关($r = -0.568$);维生素 C 含量与化肥氮呈极显著负相关($r = -0.694$),与有机肥氮施用量呈显著负相关($r = -0.633$);硝酸盐含量与化肥氮施用量呈显著正相关($R = 0.532$)。

2.3 大白菜氮磷钾养分吸收量及利用效率

2.3.1 大白菜氮磷钾养分吸收情况 从图 1 可以看出,相比 100% CF 处理,70% CF+30% OM 和 60% CF+40% OM 处理显著降低了大白菜氮含量,60% CF+40% OM 处理显著降低了大白菜钾含量。图 2 可以发现,80% CF+20% OM 处理的氮磷钾养分累积量高于其他处理,但差异不显著。

表 3 不同处理的大白菜品质

处理	氨基酸含量 (mg/kg)	可溶性糖含量 (g/kg)	维生素 C 含量 (mg/kg)	有机酸含量 (%)	硝酸盐含量 (mg/kg)
CK	175.5abc	24.6ab	8.5a	1.6b	789.5b
100% CF	162.3bc	28.8a	5.0b	1.6b	1 115.7a
80% CF+20% OM	242.4a	15.9bc	4.6b	1.9ab	1 352.9a
70% CF+30% OM	143.1c	5.4c	4.0b	1.7b	790.0b
60% CF+40% OM	213.9ab	5.4c	3.9b	2.2a	840.0b
与化肥氮施用量相关系数(<i>r</i>)	0.047	-0.048	-0.694**	0.047	0.532*
与有机肥氮施用量相关系数(<i>r</i>)	0.223	-0.568*	-0.633*	-0.205	0.021

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平上差异显著; *、** 分别表示相关性显著($P < 0.05$)、极显著($P < 0.01$)。表 4、表 5、表 6 同。

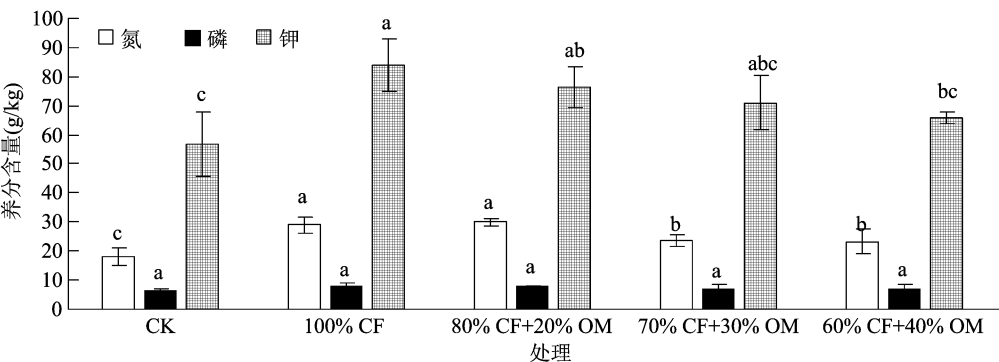


图1 不同处理的大白菜氮磷钾含量

2.3.2 大白菜的氮素利用情况 从表 4 可以发现,3 个有机肥氮替代化肥氮处理的氮肥回收率高于 100% 化肥处理,但差异不显著。3 个有机肥氮替代化肥氮处理的氮肥农学利用率显著高于 100% CF

处理,其中 70% CF+30% OM 处理最高。70% CF+30% OM 和 60% CF+40% OM 处理的氮肥生理利用率显著高于 100% CF 处理。

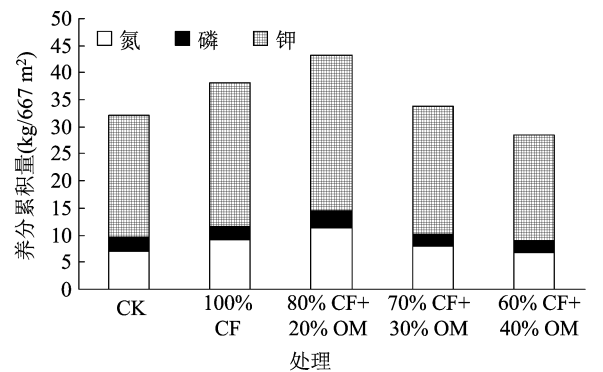


图2 不同处理的大白菜养分积累量

表 4 不同处理的化肥氮利用效率

处理	氮肥回收率 (%)	氮肥农学 利用率(kg/kg)	氮肥生理 利用率(kg/kg)
100% CF	21.3a	141.2c	142.3b
80% CF+20% OM	40.1a	175.8b	145.8b
70% CF+30% OM	29.6a	205.6a	207.8a
60% CF+40% OM	27.6a	189.9ab	209.5a

表 5 不同处理的土壤化学性状

处理	电导率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH 值	硝态氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
CK	51.8b	6.8a	8.0b	48.1a	393.7a
100% CF	65.7b	6.7a	11.6ab	42.9a	433.0a
80% CF+20% OM	114.3a	6.6a	13.7a	47.2a	405.7a
70% CF+30% OM	79.7ab	6.9a	15.4a	64.0a	363.0a
60% CF+40% OM	83.8ab	6.6a	12.3ab	66.2a	383.0a
与化肥氮施用量相关系数(r)	0.394	-0.100	0.552 *	-0.050	0.154
与有机肥氮施用量相关系数(r)	0.417	-0.010	0.521 *	0.579 *	-0.280

著正相关。

从表 6 还发现,大白菜可溶性糖含量与土壤硝态氮含量呈显著负相关。此外,大白菜植株全氮含量与全磷、全钾含量,全磷含量与全钾含量呈极显著正相关,而全氮含量与土壤硝态氮含量呈显著正相关。

3 讨论与讨论

本研究结果发现,与 100% 化肥相比,施用有机肥氮在替代 20% ~ 40% 化肥氮条件下可保持大白菜稳产,这说明在化肥减施 20% 条件下施用有机肥可满足大白菜生长所需。有研究认为,有机无机肥料配合施用时,化肥氮可满足作物前期生长所需氮素,而在后期由于有机肥中氮素的释放延后效应,且施用有机肥可提高土壤对氮素的固持,从而可满足大白菜后期生长所需。然而,很多研究认为施用

2.4 土壤化学性状

从表 5 可以发现,相比 100% CF 处理,其他施肥处理提高了土壤电导率,且 80% CF + 20% OM 处理显著提高。各施肥处理间的土壤 pH 值、硝态氮含量、有效磷含量和速效钾含量差异不显著。此外,通过对化肥氮和有机肥氮施用量与土壤化学性状进行相关性分析发现,土壤硝态氮含量与化肥氮和有机肥氮施用量均呈显著正相关(r 分别为 0.552、0.521),土壤有效磷含量与有机肥氮施用量呈显著正相关($r=0.579$)。

2.5 相关性分析

本试验发现,大白菜养分含量、品质及土壤化学性状对大白菜生物量和产量具有显著的影响作用。从表 6 可以看出,大白菜的生物量和产量与维生素 C 含量都呈极显著负相关, r 分别为 -0.752、-0.698,与植株全氮含量及土壤硝态氮含量均呈极显著正相关,与植株全钾含量及土壤电导率均呈显

有机肥氮替代化肥氮比例 30% ~ 40% 条件下可显著提高蔬菜产量^[8,12],本研究中与 100% 化肥相比,有机肥氮替代化肥氮处理未显著提高大白菜产量可能是因为本试验区域的土壤肥力偏低。

本研究结果发现,有机肥氮替代化肥氮的不同比例对大白菜品质的影响作用也不同。有机肥氮在替代 20% 化肥氮下可显著提高大白菜氨基酸含量,而有机肥氮在替代 40% 下不仅显著提高大白菜有机酸含量,还显著降低大白菜硝酸盐含量,这主要是因为化肥氮的减施。大量研究已证明过量施用化肥氮可提高蔬菜中硝酸盐含量^[5,7],本研究通过相关性分析也发现化肥氮施用量与大白菜硝酸盐含量呈显著正相关。有研究表明,化肥氮尤其是尿素和硝态氮形态的氮肥可提高土壤中硝态氮含量,从而增加蔬菜对硝态氮的吸收积累^[9]。有研究认为,施用有机肥替代化肥氮可通过降低土壤硝酸

表 6 大白菜养分含量、品质及土壤化学性状及其生物量、产量之间的相关性分析

指标	相关系数														
	生物量	产量	氨基酸含量	可溶性糖含量	维生素 C 含量	有机酸含量	硝酸盐含量	全氮含量	全磷含量	全钾含量	电导率	pH 值	硝态氮含量	有效磷含量	速效钾含量
生物量	1.000														
产量	0.984 **	1.000													
氨基酸含量	0.182	0.213	1.000												
可溶性糖含量	-0.253	-0.232	-0.052	1.000											
维生素 C 含量	-0.752 **	-0.698 **	-0.031	0.330	1.000										
有机酸含量	0.295	0.286	0.149	-0.169	-0.546 *	1.000									
硝酸盐含量	0.490	0.478	-0.143	-0.124	-0.271	0.012	1.000								
全氮含量	0.717 **	0.698 **	0.419	-0.131	-0.480	-0.067	0.482	1.000							
全磷含量	0.394	0.371	0.374	-0.242	-0.177	-0.230	0.122	0.740 **	1.000						
全钾含量	0.527 *	0.531 *	0.170	0.018	-0.426	-0.217	0.356	0.821 **	0.748 **	1.000					
电导率	0.585 *	0.523 *	0.457	-0.504	-0.379	0.165	0.327	0.607 *	0.401	0.188	1.000				
pH 值	-0.036	-0.091	-0.271	0.115	-0.090	0.234	0.140	-0.052	0.008	-0.078	0.104	1.000			
硝态氮含量	0.663 **	0.685 **	0.298	-0.544 *	-0.507	-0.060	0.211	0.518 *	0.429	0.451	0.492	-0.091	1.000		
有效磷含量	-0.020	-0.021	0.203	-0.419	-0.306	0.164	-0.449	-0.101	0.056	0.090	-0.083	-0.356	0.376	1.000	
速效钾含量	0.015	0.101	-0.185	0.391	-0.011	0.089	0.349	-0.098	-0.401	0.087	-0.363	-0.267	-0.241	-0.315	1.000

盐含量而降低蔬菜中硝酸盐含量^[10]。王立河等在日光温室黄瓜栽培中研究了不同形态氮肥对黄瓜及土壤硝态氮含量的影响,发现施用有机肥氮替代部分化肥氮可通过减少土壤硝态氮含量而降低黄瓜果实中的硝态氮含量^[11]。侯迷红等认为,土壤中硝态氮与铵态氮比例对白菜中的维生素 C、有机酸和硝酸盐含量有显著的影响^[13]。有机肥中的氮主要为有机氮,进入土壤后经微生物逐渐降解为无机氮,且主要以铵态氮形式存在。本研究中施用有机肥处理未显著降低土壤硝态氮含量。有研究发现,影响蔬菜硝酸盐含量的因素除了土壤硝酸盐含量外,还与蔬菜体内的硝酸还原酶活性有关,当蔬菜硝酸盐的吸收量大于还原同化量时,会导致硝酸盐在蔬菜体内积累^[14]。由此可见,本研究中施用有机肥可能是降低了大白菜内硝酸还原酶活性,从而降低了大白菜中的硝酸盐含量。大多研究认为施用有机肥可提高蔬菜可溶性糖含量,而本研究中施用有机肥氮替代化肥氮处理均降低了大白菜可溶性糖含量,通过相关性分析发现大白菜可溶性糖含量与土壤硝态氮含量呈显著负相关,这说明在本试验条件下土壤硝态氮含量是影响大白菜可溶性糖的主要因素。

本研究结果表明,相比 100% 化肥处理,施用有机肥氮替代 20% ~ 40% 化肥氮均可显著提高大白菜的氮肥农学利用率。一方面是因为在化肥氮减

施条件下施用有机肥可通过提高土壤对氮肥的固持能力而减少氮素的损失^[15-16],另一方面是因为施用有机肥可通过增加土壤微生物数量促进有机氮的矿化,从而满足蔬菜生长的所需氮素,促进蔬菜生长^[17]。

参考文献:

[1] 张志斌. 我国设施蔬菜存在的问题及发展重点[J]. 中国蔬菜, 2008(5):1-3.

[2] 连青龙,张跃峰,丁小明,等. 我国北方设施蔬菜质量安全现状与问题分析[J]. 中国蔬菜,2016(7):15-21.

[3] 罗佳,黄兴学,林处发,等. 有机肥替代部分化肥对生菜产量和品质的影响[J]. 农业开发与装备,2018(9):126-128.

[4] 张宇,樊小雪,徐刚,等. 不同氮肥与有机肥配施对蒜产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(5):114-117.

[5] 赵征宇,孙永红,赵明,等. 有机无机肥配施对土壤氮素转化和番茄产量品质的影响[J]. 华北农学报,2013,28(1):208-212.

[6] 汤桂容,周旋,田昌,等. 有机无机氮肥配施对蔬菜产量、品质及经济效益的影响[J]. 生态学杂志,2017,36(5):1292-1299.

[7] 刘丽鹃,冯宁沙,陈杰,等. 等氮条件下有机无机肥配施对大棚和露地青菜产量及品质的影响[J]. 上海农业学报,2014,30(4):29-33.

[8] 宋雅欣,马茂亭,安志装,等. 有机无机肥料配施对大棚辣椒与番茄产量及品质的影响[J]. 华北农学报,2017,32(2):211-216.

[9] 任祖淦,邱孝煊,蔡元呈,等. 化学氮肥对蔬菜硝酸盐污染影响的研究[J]. 中国环境科学,1997,17(4):39-42.

[10] 郭颖,赵牧秋,吴蕊,等. 有机肥对设施菜地土壤-植物系统硝酸盐迁移累积的影响[J]. 农业环境科学学报,2008,27(5):1831-1835.

高春丽,马振朝,王志慧,等. 河北省红地球葡萄土壤与叶片营养诊断分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(6):114-119.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.06.019

河北省红地球葡萄土壤与叶片营养诊断分析

高春丽², 马振朝¹, 王志慧¹, 张丽娟¹, 吉艳芝¹

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院, 河北保定 071000; 2. 河北农业大学国土资源学院, 河北保定 071000)

摘要:为科学指导河北省红地球葡萄主产区果园管理和平衡施肥,以河北省昌黎县葡萄主产区为试验地,以土壤(0~30 cm)和叶片为试验材料,通过测定土壤养分和叶片营养元素含量,明确丰缺状况并分析土壤和叶片的相关性。结果表明,土壤有机质平均含量为 12.8 g/kg,64% 处于低量及以下水平;硝态氮、有效磷、速效钾含量处于丰富水平的果园均大于 70%,其中速效钾含量可达 87%;有效锰含量平均含量为 11.2 mg/kg,69% 处于低-缺乏水平;有效铁和有效铜含量 100% 的点位处于适量及以上水平;有效锌含量 80% 为丰富水平,平均含量为 3.5 mg/kg。高产组叶片中氮(N)、钾(K)、钙(Ca)、铁(Fe)、硼(B)元素平均含量为 16.1 g/kg、24.5 g/kg、38.8 g/kg、52.2 mg/kg、27.5 mg/kg,均大于低产组;磷(P)、镁(Mg)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)元素平均含量为 3.2 g/kg、4.5 g/kg、107.2 mg/kg、18.9 mg/kg、271.9 mg/kg,均略小于低产组。DRIS 诊断结果确定叶片对 Fe、Mn、Ca、Zn 需求强度依次降低,Mg、B 过剩。综合看来,葡萄园应注重增施有机肥和锰肥,控制钾肥用量,适量施用氮肥和磷肥,合理施用微量元素肥料。

关键词:红地球葡萄;土壤养分;叶片营养;河北省;DRIS 诊断;营养诊断

中图分类号: S663.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)06-0114-06

我国作为葡萄生产大国,在世界葡萄种植中有着重要的地位。据中国统计年鉴数据统计,至 2016 年底,我国葡萄种植面积为 84.7 万 hm^2 ,总产量 1 308.3 万 $\text{t}^{[1]}$,分别占世界种植面积和总产量的 11.3% 和 49.2%。河北省葡萄种植面积为 0.88 万 hm^2 ,总产量为 170.7 万 t ,分别占全国的 12.4% 和 10.9%^[2]。随着对葡萄经济效益的追求,葡萄生产的投入不断增加,尤其是养分资源的高投入,逐渐

向相悖于大产量和高品质的方向转变。通过对河北省果园调查发现,施肥用量和时期与葡萄需求不匹配,30.2% 的果园有机肥投入量超过 60 t/hm^2 ,在氮肥高需求的全生育期,34.5% 的果园施氮量在 500 kg/hm^2 以上^[3],超过葡萄一般需求的 3~6 倍^[4]。长期不合理的养分投入,致使果实产量和品质下降,还导致土壤肥力退化、生态环境恶化等问题。因此,制定葡萄合理的施肥制度成为葡萄产业可持续发展的关键。

土壤养分对于葡萄果实产量和品质至关重要,朱小平等通过对河北省昌黎县赤霞珠中、低产葡萄园调查分析认为,土壤中水解氮、有机质、有效钾、有效锌、有效磷是主要的植物生长限制因子^[5]。范海荣等通过对昌黎县赤霞珠葡萄园施肥状况调查,

收稿日期:2019-11-19

基金项目:国家重点研发计划子课题(编号:2018YFD020130、2018YFD0201307)。

作者简介:高春丽(1997—),女,河北石家庄人,研究方向为土壤环境质量。E-mail:chli.gao@qq.com。

通信作者:吉艳芝,博士,副教授,硕士生导师,主要从事土壤环境质量研究工作。E-mail:jiyanzhi@he-bau.edu.cn。

[11]王立河,赵喜茹,王喜枝,等. 有机肥与氮肥配施对日光温室黄瓜和土壤硝酸盐含量的影响[J]. 土壤通报,2007,38(3): 472-476.

[12]李银坤,梅旭荣,夏旭,等. 减氮配施有机肥对华北平原夏玉米土壤水分及水氮利用的影响[J]. 水土保持研究,2018,25(5):54-60.

[13]侯迷红,李玉明,姚锦秋,等. 不同氮素形态及其配比对叶类蔬菜生长和品质的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2016,31(2):137-140.

[14]王利群,王文兵,吴守一,等. 蔬菜硝酸盐含量与硝酸还原酶活

性的研究[J]. 食品科学,2003,24(12):37-40.

[15]刘金光,李孝刚,王兴祥. 连续施用有机肥对连作花生根际微生物种群和酶活性的影响[J]. 土壤,2018,50(2):305-311.

[16]Annaheim K E, Doolette A L, Smernik R J, et al. Long-term addition of organic fertilizers has little effect on soil organic phosphorus as characterized by ^{31}P NMR spectroscopy and enzyme additions[J]. Geoderma, 2015, 257/258:67-77.

[17]张世标,韦寿莲,刘永,等. 有机肥与磷钾肥配施对辣椒产量及土壤肥力的影响[J]. 南方农业学报,2016,47(7):1105-1109.