

不同绿色增效技术对白菜生长生理和养分吸收的影响

杨景华¹, 耿川雄¹, 陈拾华¹, 周敏¹, 刘发伦², 李春慧², 张忠武¹, 史君怡¹, 周绍松¹, 段宗颜¹, 鲁耀^{1*}

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南昆明 650205; 2. 通海县经济作物工作站, 云南通海 652700)

摘要 [目的] 研究不同绿色增效技术对大白菜生理生长和养分吸收利用的影响, 提升肥料绿色增效施肥技术, 为蔬菜优质高产、减肥增效提供理论支撑。[方法] 在祥云县刘厂镇开展田间小区试验, 供试作物为黄白菜, 分别设置习惯施肥(CK)、习惯施肥+生物质炭(T1)、习惯施肥+微生物菌剂(T2)、习惯施肥+聚谷氨酸(T3)4个处理, 3次重复, 共计12个小区, 收获期测定产量及相关生理指标。[结果] 不同肥料增效技术能够有效提升白菜产量, 与习惯施肥(CK)相比, 习惯施肥+生物质炭(T1)、习惯施肥+微生物菌剂(T2)、习惯施肥+聚谷氨酸(T3)使白菜产量分别增加了15.48%、33.56%、40.52%; 习惯施肥+微生物菌剂(T2)使白菜氮吸收量显著增加了19.04%; 对白菜的糖、维生素、硝酸盐等品质方面均有不同程度的影响, 但未达显著作用。[结论] 不同绿色增效技术对白菜生长和产量均起到显著的提升作用, 对其品质的提升也有一定程度的促进, 尤其是可以降低白菜硝酸盐含量。

关键词 白菜; 产量; 硝酸盐; 增效技术; 聚谷氨酸

中图分类号 S634 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)03-0155-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.03.041

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effects of Different Green Synergistic Techniques on Growth Physiology and Nutrient Absorption of Chinese Cabbage**

YANG Jing-hua, GENG Chuan-xiong, CHEN Shi-hua et al (Institute of Agricultural Environment and Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205)

Abstract [Objective] To study the effects of different green synergistic techniques on physiological growth and nutrient absorption and utilization of Chinese cabbage, improve green synergistic fertilization techniques, and provide theoretical support for high quality and high yield of vegetables, fertilizer loss and synergistic effect. [Method] The field plot experiment was carried out in Liuchang Town, Xiangyun County. The test crop was yellow cabbage, which was divided into four treatments: conventional fertilization (CK), conventional fertilization + biochar (T1), conventional fertilization + microbial agent (T2), conventional fertilization + polyglutamic acid (T3). The yield and related physiological indexes were determined at harvest time. [Result] Different fertilizer efficiency technologies could effectively improve the yield of Chinese cabbage, compared with conventional fertilization (CK), conventional fertilization + biochar (T1), conventional fertilization + microbial agent (T2), conventional fertilization + polyglutamic acid (T3) increased the yield of Chinese Cabbage by 15.48%, 33.56% and 40.52%, respectively; Conventional fertilization plus microbial agent (T2) significantly increased the nitrogen uptake of Chinese Cabbage by 19.04%. It had different effects on the quality of sugar, vitamin and nitrate, but had no significant effect. [Conclusion] Different green synergistic techniques can significantly improve the growth and yield of Chinese cabbage, and also promote the quality of Chinese cabbage to a certain extent, especially reduce the nitrate content of Chinese cabbage.

Key words Chinese cabbage; Output; Nitrate; Efficiency enhancing technology; Polyglutamic acid

我国蔬菜种植历史悠久、地域辽阔, 其种植模式正在由个体种植向规模化、集约化的方式发展^[1]。而云南气候独特, 区位优势明显, 云南蔬菜以绿色、生态、反季节冬早蔬菜为特点, 加之种类多、品质好, 备受国内外广大消费者的喜爱^[2]。但近年部分菜农为了片面追求蔬菜产量和经济效益, 大量盲目地施用各种肥料, 造成肥料利用率低和土壤板结^[3]。土壤中硝态氮过量富集是农业面源污染的主要来源之一, 同时也是造成蔬菜中硝酸盐积累的主要原因, 使蔬菜的硝酸盐含量大幅度提高, 严重影响了广大消费者的身体健康^[4]。

肥料增效剂是近几年发展的肥料新技术, 是土壤肥料领域的研究热点, 具有减量、减次、增效和改善土壤结构的作用, 可显著提高蔬菜对肥料养分的吸收和利用, 提高产量^[5]。农业农村部在2015年2月提出了“到2020年化肥使用量零增长”的战略规划, 应用增效技术就是其中的一项重要措施^[6]。增效剂与肥料配施, 可缓慢释放肥料中的营养元素,

减少肥料的损耗, 使作物充分吸收利用, 提高肥料利用率, 同时增强作物品质, 促进作物保持良好的生长态势, 增强干物质的积累, 提高植物的抗病性, 在调节植物生理功能中起到一定的作用^[7-10]。

目前国内外学者从合理施肥、有机无机肥配施等方面进行了大量研究, 取得一定的效果, 而针对不同肥料增效技术对白菜养分吸收和白菜品质的研究较少。针对蔬菜种植中出现的养分配比不合理、重茬障碍严重、肥料浪费等问题, 为了研究合理的施肥措施, 选择最佳的肥料养分配比, 提高蔬菜产量和质量, 控制蔬菜中硝酸盐的累积, 防控农业面源污染。笔者采用田间小区试验, 采用底肥配合不同绿色增效技术, 研究不同增效技术对白菜生长、品质的影响, 以期筛选出较优增效配施技术, 形成安全高效生产技术, 为生产优质、高产白菜和合理化施肥提供科学依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 试验地位于云南省中部大理州祥云县刘厂镇刘厂村, 属于北亚热带偏北高原季风气候区, 海拔1960.00 m, 年平均气温15.03℃, 年降水量782.92 mm。供试土壤pH为6.7, 有机质为17.2 g/kg, 速效氮为77 mg/kg, 速效磷为21.9 mg/kg, 速效钾为316 mg/kg。

选用抗病、优质、商品性好、熟期适宜、适应本区域自然

基金项目 云南省重大科技专项“蔬菜标准化栽培关键技术集成研究”(2019ZG001-1-2)。**作者简介** 杨景华(1971—), 男, 云南宜良人, 高级实验师, 从事土壤肥料及植物营养研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事土壤肥料及植物营养研究。**收稿日期** 2021-05-11

环境条件和耕作制度的品种,采用直播方式进行播种。采用地膜覆盖,在墒面中央按照规格种植,株行距为 20 cm×25 cm。大棚种植。试验地能灌能排,地力水平中等。供试土壤类型为红壤;供试作物为“夏黄白”品种白菜,该白菜具有耐湿耐热、抗病能力强、产量高的特点。

1.2 试验设计 采用随机区组设计,共设 4 个不同基肥处理,每个处理 3 次重复,小区面积约 30 m²,小区及处理之间沟宽 20 cm,深 20 cm。主要轮作模式为蔬菜—蔬菜—蔬菜。

①CK。习惯施肥;具体用量:底肥 15-15-15, 1.5 kg,撒施后翻土;追肥 18-5-25, 1.8 kg, 溶于水浇施。②T1。生物炭+习惯施肥;具体用量:13.5 kg, 和底肥均匀撒施后翻土。移栽期 3 mL, 稀释 300 倍蘸根。③T2。微生物菌剂+习惯施肥;具体用量:底肥 15-15-15, 1.5 kg; 微生物菌剂(100 亿/mL) 200 mL, 稀释 200 倍喷于土壤墒面。④T3。聚谷氨酸+习惯施肥;具体用量:底肥 15-15-15, 1.8 kg, 撒施后翻土;追肥 18-5-25, 1.5 kg; 聚谷氨酸(5%) 7.15 mL。溶于水喷施。

1.3 样品采集与测定方法 白菜产量为每小区蔬菜地上部分全部鲜重,并同时采集蔬菜分析样品,测定 N、P、K 含量。植株样品分析采用常规方法。采用 5 点“S”型混合法采集基础土壤样品 1 kg 左右,带回实验室风干后测定土壤 pH 及有机质、有效氮、磷、钾含量。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2016 进行数据整理, SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析, LSD 法进行显著性检验($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对白菜植物学性状的影响 由表 1 可知, T2、T3 处理均显著提高了白菜叶厚。T1 处理的叶片厚度与 CK 无显著差异;就叶绿素而言, T1、T2、T3 处理均低于 CK 处理,其中 T1、T2 处理达显著差异。综合白菜植物学性状表现, T3 处理表现较优。

表 1 不同施肥处理对白菜植物学性状的影响

Table 1 Effects of different fertilization treatments on botanical characters of Chinese cabbage

处理 Treatment	叶厚 Leaf thickness/cm	叶绿素 SPAD Chlorophyll SPAD
CK	0.58±0.05 b	37.98±0.76 a
T1	0.58±0.02 b	34.30±1.01 c
T2	0.69±0.02 a	35.88±0.52 b
T3	0.70±0.03 a	36.61±0.20 ab

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

2.2 不同施肥处理对白菜产量的影响 由表 2 可知,不同施肥处理的白菜产量明显高于 CK 处理,与 CK 处理的产量比较均达显著差异。这说明在白菜生产中,不同绿色增效技术均可提高作物的干物质重,起到提高白菜产量的效果,尤以 T3 处理增效技术的增产效果最好,增幅达 40.52%。综合各产量指标的表现, T3 处理为最优施肥处理。

2.3 不同施肥处理对白菜养分吸收总量的影响 由表 3 可知, T2 处理的氮吸收量明显高于其他处理,且与 T3、CK 处理

差异显著; T1、T2、T3 处理磷吸收量均显著高于 CK 处理;钾吸收总量只有 T2 显著低于 CK,其余处理均与 CK 无显著差异。白菜生长过程中对钾吸收规律表现出和氮、磷不一致的情况。

表 2 不同施肥处理对白菜产量的影响

Table 2 Effects of different fertilization treatments on yield of Chinese cabbage

处理 Treatment	产量 Yield/t/hm ²	增产 Increase production/t/hm ²	增幅 Increase range/%
CK	122.19±4.15 c	0±0 c	0±0 c
T1	141.10±16.03 b	18.91±13.13 b	15.48±10.62 b
T2	163.20±15.03 ab	41.01±10.97 a	33.56±7.99 a
T3	171.70±20.49 a	49.51±16.77 a	40.52±12.35 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

表 3 不同施肥处理对白菜养分吸收总量的影响

Table 3 Effects of different fertilization treatments on total nutrient absorption of Chinese cabbage kg/hm²

处理 Treatment	养分吸收量 Nutrient absorption		
	N	P	K
CK	311.06±10.56 b	40.77±1.38 b	624.73±21.21 a
T1	332.37±37.76 ab	49.89±5.67 a	558.65±63.47 ab
T2	370.28±34.11 a	57.30±5.28 a	514.91±47.43 b
T3	317.32±37.87 b	52.67±6.29 a	599.78±71.59 ab

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

2.4 不同施肥处理对白菜内在质量的影响 人体必需维生素 C 的 90% 来自蔬菜,对保障人体健康和提升生活品质具有重要作用。由表 4 可知, T1、T2 和 T3 处理白菜的总糖含量均高于 CK 处理。维生素 C 含量以 CK 处理最高,且显著高于 T3 处理; T1、T2、T3 处理硝酸盐含量均低于 CK 处理,其中 T1、T2 处理显著低于 CK 处理, T3 处理同样低于 CK 处理,但差异不显著。

表 4 不同施肥处理对白菜内在质量的影响

Table 4 Effects of different fertilization treatments on internal quality of Chinese cabbage

处理 Treatment	总糖 Total sugar %	维生素 C Vitamin C mg/kg	硝酸盐 Nitrate %
CK	2.15±0.21 a	257.43±15.54 a	3.20±2.15 a
T1	2.20±1.13 a	240.54±36.49 ab	1.36±1.07 b
T2	2.33±1.19 a	238.51±35.81 ab	1.44±0.58 b
T3	2.66±0.72 a	176.35±10.14 b	1.96±0.71 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

3 讨论

肥料增效剂的使用,能够减少肥料、农药的流失,提高利用效率,缓解肥料、农药过量施用带来的问题^[11]。它是肥料产业的一个重要组成部分,在改善化肥产品品质、增加产品功能及提高肥料利用率等方面具有重要作用^[12]。在根际施

肥不能完全满足作物优质高产需求的前提下,往往通过肥料增效剂来补充作物养分、调控作物生长、影响作物养分吸收利用效率而达到增加作物产量、改善作物品质的目的^[13-14]。经过不同类型肥料增效剂与常规施肥的对比试验发现,不同肥料增效剂在促进白菜生长的不同性状方面作用不同,施加肥料增效剂能够显著提高白菜产量。T1 处理提高白菜产量 15.48%,T3 处理提高白菜产量达 40.52%。

影响蔬菜品质的因素较多,与土壤有机质、氮、磷、钾及有机肥成分有关^[15]。董彦旭等^[16]发现添加 10% 增效剂可增加马铃薯产量 14.12%。许宗奇等^[17]发现适当的肥料增效剂能促进小青菜生长,提高青菜产量。王振东等^[18]指出肥料配合增效剂可以减少秃尖长度、增加百粒重,从而提高玉米产量。姚春霞等^[19]以白菜为研究对象,结果发现减量施肥对蔬菜产量没有影响,但可以显著降低蔬菜体内的硝酸盐含量,并可以减少氮肥、磷肥的流失。该试验中,不同肥料增效技术显著提高了白菜产量,同时降低了蔬菜中硝酸盐含量。

4 结论

不同肥料增效技术能够有效提高白菜产量,与习惯施肥(CK)相比,习惯施肥+生物质炭(T1)、习惯施肥+微生物菌剂(T2)、习惯施肥+聚谷氨酸(T3)使白菜产量分别增加了 15.48%、33.56%、40.52%;习惯施肥+微生物菌剂(T2)使白菜氮肥吸收量显著增加了 19.04%;而施加不同肥料增效剂对白菜的糖、维生素、硝酸盐等品质方面没有显著影响。在种植白菜过程中,可以考虑在为白菜施加氮肥、磷肥的基础上,加强肥料增效剂的使用,推荐使用习惯施肥+聚谷氨酸(T3)的增效技术模式,从而提高养分吸收,增加白菜产量、提升品质,实现增产增收。

(上接第 140 页)

- [7] 李山东,闻剑波,张绍国,等. 不同药剂种子处理防控小麦纹枯病田间药效试验[J]. 现代农业科技,2021(6):110-111.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 农药 田间药效试验准则(二) 第 79 部分:杀虫剂防治小麦蚜虫:GB/T 17980.79—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 农药 田间药效试验准则(二) 第 108 部分:杀菌剂防治小麦纹枯病:GB/T 17980.108—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [10] 李广兴,袁会珠. 吡虫啉微囊种衣剂在小麦田中的剂量动态及对蚜虫防效研究[J]. 中国植保导刊,2015,35(10):13-17.
- [11] 毕秋艳,马志强,韩秀英,等. 5 种种衣剂防治小麦主要土传病害研究[J]. 植物保护,2014,40(4):171-176,184.
- [12] 高安. 小麦不同种衣剂效果对比[J]. 安徽农业科学,2016,44(16):46-47,89.
- [13] 闫淑敏,宁斌科,王列平,等. 新型杀菌剂氟咯菌腈及其研究开发进展[J]. 世界农药,2010,32(3):36-38,46.

参考文献

- [1] 梁硕. 坝上西兰花合理施肥技术与示范[D]. 保定:河北农业大学,2015.
- [2] 王媛,王金亮. 不同施肥条件下蔬菜叶绿素荧光-光谱特性研究[J]. 光谱学与光谱分析,2020,40(8):2427-2433.
- [3] 刘建生,张西森,沈国华,等. 不同肥料对蔬菜产量及硝酸盐含量的影响[J]. 江西农业学报,2007,19(5):69-70,73.
- [4] 李顺江,赵同科,张林武,等. 不同肥源对白菜品质及土壤氮素含量的影响[J]. 北方园艺,2013(21):174-177.
- [5] 武新娟,金光辉,唐贵,等. 不同施肥类型对马铃薯生长发育及产量效益的影响[J]. 中国马铃薯,2020,34(3):158-163.
- [6] 曹松华. 伴能肥料增效剂在棉花上的应用效果研究[J]. 新疆农业科技,2020(2):10-11.
- [7] 王士坤,唐振海,董彦琪,等. 肥料增效剂与氮肥配施对夏玉米生长发育和产量的影响[J]. 河南农业科学,2015,44(12):53-56.
- [8] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.
- [9] 叶新. 肥料增效剂对白菜农学效应的影响探究[J]. 农村经济与科技,2017,28(22):40.
- [10] 孙晓,姜学玲,杨剑超,等. 不同施肥模式对菜田土壤理化性质及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(7):169-173.
- [11] 肖庆红,陈学明,蔡冬清,等. 施用新型农药控失剂对马铃薯晚疫病的防治效果和产量的影响[J]. 中国马铃薯,2017,31(3):160-164.
- [12] 李金鑫,李絮花,刘敏,等. 海藻酸增效复混肥料在冬小麦上的施用效果[J]. 中国土壤与肥料,2020(1):153-159.
- [13] 赵海香,袁丁,贾艳霞,等. 不同施肥方式对蔬菜富集铅特性的影响[J]. 北方园艺,2011(11):8-11.
- [14] 肖康飞,杜雷,张利红,等. 营养增效剂对甜玉米产量·品质的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(2):47-48.
- [15] 焦晓光,邓莹,赵武雷,等. 不同施肥处理对小白菜品质及产量的影响[J]. 黑龙江大学工程学报,2011,2(2):70-73.
- [16] 董彦旭,蔡冬清,黄新异,等. 新型肥料增效剂对马铃薯肥料减施增效作用研究[J]. 中国马铃薯,2016,30(3):164-168.
- [17] 许宗奇,万传宝,许仙菊,等. 肥料增效剂 γ -聚谷氨酸对小青菜产量和品质的影响[J]. 生物加工过程,2012,10(1):58-62.
- [18] 王振东,穆娟微. 氮定 NMAX 肥料增效剂在玉米上应用效果[J]. 现代化农业,2018(7):13-15.
- [19] 姚春霞,郭开秀,赵志辉,等. 减量施肥对三种蔬菜硝酸盐含量、营养品质和生理特性的影响[J]. 水土保持学报,2010,24(4):153-156.
- [14] 祁之秋. 小麦纹枯病菌对常用杀菌剂敏感性基线及化学防治原理研究[D]. 南京:南京农业大学,2001.
- [15] 李敏,李爽,张忠信,等. 河南省花生白绢病菌群体多样性及对萎锈灵敏感性研究[J]. 河南农业科学,2021,50(5):64-73.
- [16] 崔勇,谢心宏,周惠中,等. 40%啶菌恶唑·福美双悬乳剂研究[J]. 农药,2020,59(10):719-721.
- [17] 陆云,尹姣,李克斌,等. 我国麦蚜飞翔及迁飞研究进展[J]. 中国植保导刊,2013,33(12):21-24,32.
- [18] 程晓亮. 耕作方式对小麦病害发生及根际真菌群落结构的影响[D]. 保定:河北农业大学,2010.
- [19] 罗兰,李新杰,袁忠林. 5 种杀虫剂对小麦蚜虫的毒力测定及田间药效试验[J]. 农药,2014,53(10):756-758.
- [20] 李玉刚,盖红梅,王瑞英,等. 四种杀虫剂对小麦蚜虫的田间防治效果评价[J]. 山东农业科学,2014,46(5):107-108.
- [21] 苏贤岩,胡飞,任学祥,等. 几种常用杀虫剂对小麦蚜虫田间防治效果研究(英文)[J]. Agricultural science & technology,2015,16(8):1693-1695.