

氮磷钾配施对夏阳白肥料利用率及产量的影响

郭立君¹, 尹凌洁², 李超¹, 文丽¹, 胡赛晶³, 程凯凯¹, 严卫华³, 钟伶俐³, 李永³, 肖小平^{1*}

(1. 湖南省土壤肥料研究所, 湖南长沙 410125; 2. 湖南省农情研究分析中心, 湖南长沙 410005; 3. 宁乡市农业技术推广中心, 湖南宁乡 410600)

摘要 采取田间小区试验, 研究氮磷钾配施对夏阳白肥料利用率及产量的影响, 探索夏阳白对 NPK 肥料的利用效率, 以期为夏阳白科学施肥提供科技支撑。结果表明, N 肥对夏阳白生物产量、经济产量影响最大, K 肥次之、P 肥第三, N、P、K 肥料配合施用能显著提高肥料利用率, 是提高夏阳白产量的关键措施。

关键词 氮磷钾配施; 夏阳白; 肥料利用率

中图分类号 S634 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)09-0148-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.037



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Combined Application of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Fertilizer Utilization Rate and Yield of Xiayangbai

GUO Li-jun¹, YIN Ling-jie², LI Chao¹ et al (1. Hunan Soil and Fertilizer Institute, Changsha, Hunan 410125; 2. Hunan Agricultural Research and Analysis Center, Changsha, Hunan 410005)

Abstract A field plot experiment was conducted to study the effect of combined application of nitrogen, phosphorus and potassium on fertilizer utilization efficiency and yield of Xiayangbai, and to explore the utilization efficiency of NPK fertilizer, so as to provide scientific and technological support for scientific fertilization of Xiayangbai. The results showed that N fertilizer had the greatest effect on the biological yield and economic yield of Xiayangbai, followed by K fertilizer, P fertilizer. The combined application of N, P and K fertilizer could significantly improve the fertilizer use efficiency, which was the key measure to improve the yield of Xiayangbai.

Key words Combined application of nitrogen, phosphorus and potassium; Xiayangbai; Fertilizer use efficiency

随着人民群众对美好生活的向往, 对于蔬菜的需求也不断增加。我国蔬菜种植面积约占农作物总播种面积的 12.8%^[1], 蔬菜种植业在我国农业经济中起到重要作用, 然而露地蔬菜在蔬菜产业中占有重要地位^[2]。大白菜深受居民的喜爱。夏阳白营养丰富, 维生素含量较普通白菜高, 能养胃解毒、降血脂和血胆固醇、清热利尿, 还能清除人体肠内的有害物质^[3]。夏阳白具有喜湿润、包心好、净菜率高等特点^[4]。近年来夏阳白种植面积逐渐增加^[5]。

化肥作为农业生产的基础, 在促进我国蔬菜发展过程中起到关键作用, 化肥施用不合理改变耕层土壤理化性状, 导致土壤酸化、土壤板结和重金属污染^[6]。在夏阳白实际生产中, 菜农为了更高的经济效益, 大量施用化肥, 对夏阳白品质造成严重影响^[7]。氮、磷、钾元素是农作物生长的必需元素, 氮肥、磷肥与钾肥也是农业上主要使用的肥料种类^[8-9]。我国露地蔬菜种植的化肥养分量平均为 859.5 kg/hm², 为全国农作物化肥养分用量的 2.6 倍, 主要露地蔬菜的 N、P₂O₅、K₂O 平均施用总量分别是推荐施用量的 2.7、5.9、1.5 倍^[10-12]。为了提高肥料利用效率, 促进蔬菜生产从数量型向优质高效型方向发展, 笔者以夏阳白为对象, 在湖南省宁乡市天源蔬菜专业合作社蔬菜基地研究氮磷钾肥料配合施用对夏阳白肥料利用率及产量的影响, 以期为夏阳白生产提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

基金项目 湖南省农业农村厅田间肥效试验项目(2020)。
作者简介 郭立君(1965—), 女, 湖南宁乡人, 副研究员, 从事作物栽培研究。*通信作者, 研究员, 硕士生导师, 从事耕作生态与农作制研究。
收稿日期 2021-10-09

天源蔬菜专业合作社蔬菜基地), 地理位置 112°26'22"E、28°12'23"N, 地势平坦, 肥力均匀。供试土壤为黄泥田, 质地中壤, 土壤基本性状: pH 5.3, 有机质 27.1 g/kg, 水解性氮 144 mg/kg, 有效磷 32.1 mg/kg, 速效钾 109 mg/kg。前作为蔬菜。试验肥料: 尿素(含氮 46%), 磷肥(含 P₂O₅ 16%), 氧化钾(含 K₂O 60%)。品种: 夏阳白(津秀 2 号), 天津科润农业科技股份有限公司提供。

1.2 试验设计 试验设 4 个处理, T1 无氮(N₀PK), T2 无磷(NP₀K), T3 无钾(NPK₀), T4 氮磷钾(NPK)。各处理施肥量见表 1。小区随机排列, 小区面积 30.0 m²(宽 2.5 m, 长 12.0 m)。

表 1 夏阳白 N、P、K 肥料利用率试验各处理施肥量

Table 1 Fertilizer application rate of N, P and K fertilizer utilization rate test of Xiayangbai

处理 Treatment	基肥 Base fertilizer			莲座期 N Rosette stage	结球中期 N Metabulbar stage
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
N ₀ PK	0	69.6	100.8	0	0
NP ₀ K	92.7	0	100.8	30.9	30.9
NPK ₀	92.7	69.6	0	30.9	30.9
NPK	92.7	69.6	100.8	30.9	30.9

1.3 试验方法 采用育苗移栽。2020 年 9 月 12 日播种, 10 月 25 日整地, 按设计要求分小区施基肥, 将 NPK 3 种混匀, 均匀撒施于田面, 然后用小型旋耕机旋入表土层。2020 年 10 月 27 日移栽, 栽插密度 25 cm×40 cm, 60 030 棵/hm²。于 2020 年 11 月 28 日、12 月 28 日追肥, 将尿素对水淋施, 浓度为 0.2%。2021 年 2 月 1 日收获。中耕除草和其他栽培管理措施与当地蔬菜种植相同。

1.4 样品采集与方法

1.4.1 产量。分小区收获, 测定生物产量、经济产量, 收获

时选择有代表性 10 棵夏阳白测定含水量。

1.4.2 肥料利用效率。于成熟期每小区取 10 棵夏阳白洗净,称鲜重。然后将每棵切开分为若干份,每份 50~100 g,以利于烘干为宜。105 ℃杀青 30 min,75 ℃烘干至恒重,然后称干物质重。之后将样品粉碎过筛再烘干,采用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮,利用凯氏定氮仪测量植株氮含量,分光光度计法测量植株磷含量,火焰光度计法测量植株钾含量。

肥料利用率=(全肥区作物吸收某元素养分量-不施某元素作物吸收养分量)/(肥料施用量×肥料中某元素养分含量)×100%

1.5 数据处理 运用 DPS 和 Excel 等软件处理试验数据。

2 结果与分析

2.1 氮磷钾配施对夏阳白产量的影响 从表 2 可以看出,N、P、K 肥料对夏阳白生物产量影响极显著,以 N 肥影响最大,P 肥、K 肥次之,P 肥与 K 肥之间差异不显著。NPK、 NP_0K 、 NPK_0 处理比 N_0PK 处理,生物产量鲜重分别增加 62.0%、31.6%、26.0%,干重分别增加 59.0%、20.6%、20.6%。NPK 处理比 NP_0K 、 NPK_0 处理,生物产量鲜重分别增加 23.1%、28.5%,干重分别增加 31.8%、31.8%。N、P、K 肥料对夏阳白经济产量影响与生物产量的变化规律相似,但 P 肥与 K 肥之间存在显著差异。NPK、 NP_0K 、 NPK_0 处理比 N_0PK 处理,经济产量分别增加 62.5%、42.8%、21.0%,NPK 处理比 NP_0K 、 NPK_0 处理,经济产量分别增加 13.8%、34.2%, NP_0K 处理比 NPK_0 处理增产 17.9%。说明氮磷钾配合施用能极显著提高夏阳白产量。

2.2 氮磷钾配施对夏阳白 N、P、K 养分积累量的影响 从表 3 可以看出,不同施肥处理对夏阳白 N、P、K 积累量影响极显著,以 N 肥影响最大,P 肥、K 肥次之。NPK、 NP_0K 、 NPK_0 处理比 N_0PK 处理,夏阳白 N 积累量分别增加 74.3%、34.0%、36.4%;NPK、 N_0PK 、 NPK_0 处理比 NP_0K 处理,P 积累量分别增加 90.6%、15.6%、39.1%;NPK、 N_0PK 、 NP_0K 处理比 NPK_0 处理,K 积累量分别增加 38.8%、-10.9%、15.0%。由此可知,氮磷钾配合施用能极显著提高夏阳白氮素积累

表 4 各处理夏阳白 N、P、K 利用率

Table 4 Utilization rate of N,P and K in Xiayangbai under different treatments

处理 Treatment	干物质量 Dry matter amount kg/hm ²	养分含量 Nutrient content//g/kg			养分积累量 Nutrient accumulation//kg/hm ²			养分利用率 Nutrient use efficiency//%		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
N_0PK	1 869.0 cB	39.5 aA	5.9 abA	54.0 aA	73.65 cC	11.10 bcB	100.80 cC	0.0 cC	5.0 bcB	-14.7 cC
NP_0K	2 254.5 bB	43.8 aA	4.3 bA	58.0 aA	98.70 bB	9.00 cB	130.05 bAB	16.2 bB	0.0 cB	20.3 bAB
NPK_0	2 254.5 bB	44.6 aA	5.9 abA	50.2 aA	100.50 bB	13.35 bAB	113.10 bcBC	17.4 bB	12.3 bAB	0.0 bcBC
NPK	2 971.5 aA	43.4 aA	6.1 aA	53.0 aA	128.40 aA	18.30 aA	157.05 aA	35.4 aA	28.6 aA	52.5 aA

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P < 0.01$)

Note:Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P < 0.05$);different capital letters indicated significant difference between different treatments($P < 0.01$)

3 结论与讨论

夏阳白属于大白菜的一个品种,对氮肥需求较大,氮肥能够促进大白菜叶球的形成,提高夏阳白产量^[11,13]。在该试验中,从夏阳白产量看,以 N、P、K 肥料配合施用最高,氮肥对夏阳白生物产量、经济产量影响最大,K 肥次之,P 肥第

三,因此,氮素的供应是影响夏阳白生长的重要因素,这与艾合买提·克力木等^[14]研究结果一致。该试验结果显示,无 P 与无 K 处理对夏阳白生物产量影响差异不显著,但对经济产量的影响 K 肥显著大于 P 肥,可能是不施 K 肥影响夏阳白

表 2 各处理夏阳白产量

Table 2 Xiayangbai yield in each treatment kg/hm²

处理 Treatment	生物产量 Biological yield		经济产量 Economic output
	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	
N_0PK	39 199.5 cC	1 869.0 cB	30 400.5 dC
NP_0K	51 600.0 bB	2 254.5 bB	43 399.5 bAB
NPK_0	49 399.5 bB	2 254.5 bB	36 799.5 cBC
NPK	63 499.5 aA	2 971.5 aA	49 399.5 aA

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P < 0.01$)

Note:Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P < 0.05$);different capital letters indicated significant difference between different treatments($P < 0.01$)

表 3 各处理 N、P、K 积累量

Table 3 Accumulation of N,P and K in each treatment kg/hm²

处理 Treatment	N	P	K
N_0PK	73.65 cC	11.10 bcB	100.80 cB
NP_0K	98.70 bB	9.60 cB	130.05 bAB
NPK_0	100.50 bB	13.35 bAB	113.10 bcB
NPK	128.40 aA	18.30 aA	157.05 aA

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P < 0.01$)

Note:Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P < 0.05$);different capital letters indicated significant difference between different treatments($P < 0.01$)

2.3 氮磷钾配施对夏阳白 N、P、K 养分利用率的影响 从表 4 可以看出,N、P、K 肥料配合施用,夏阳白 N 肥利用率为 35.4%,P 肥利用率为 28.6%,K 肥利用率为 52.5%。如果不施任意一种肥料,其他肥料的利用率显著降低,如不施 N 肥处理,P 肥、K 肥利用率分别为 5.0%、-14.7%,不施 N 肥抑制了夏阳白对 K 养分的吸收,不施 P 肥条件下,N 肥、K 肥利用率分别为 16.2%、20.3%。不施 K 肥条件下,N 肥、P 肥利用率分别为 17.4%、12.3%。说明只有 N、P、K 肥料配合施用才能提高肥料利用率。

小麦的长势及光合作用后形成的产物等密切相关。从产量及其结构方面来看,小麦的株高和穗长都在常规对照 Y2(磷酸钾动力)处理下最高,有效穗和成穗率在 Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷酸钾动力)处理下处于较低水平,且有效穗高于对照,这与前期高峰苗偏多,生成了较多的无效分蘖进而影响了后期的成穗有关,但实粒数和结实率在 Y6 处理下达到最高,产量位列第一。研究表明叶面肥喷施能够提高小麦的产量^[23-26]。该试验中,小麦产量的提升与小麦前期生成较多的分蘖,抽穗期光合作用的增强后积累较多的有机物,成熟期增加的有效穗、实粒数和结实率等因素密切相关。综上所述,推荐将粒粒金和尿素混匀后于小麦苗期和拔节期喷施 2 次,将粒粒金和磷酸钾动力混匀后于小麦旗叶抽出后喷施一次,可达到增强小麦的分蘖和光合作用能力,后期还能够提高有效穗、实粒数和结实率,来达到促进作物生长及提高作物产量的目的。

参考文献

- [1] 李燕婷,李秀英,肖艳,等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(1):162-172.
- [2] 李延菊,张序,卢建声,等. 喷施叶面肥对甜樱桃坐果率及果实品质的影响[J]. 中国果树,2013(5):34-36.
- [3] 朱亚,赵永平,郑仕伟,等. 缓释肥与叶面肥配施对烟草生长发育和光合特性的影响[J]. 江西农业学报,2018,30(6):67-70.
- [4] 徐宁,张方园,曹娜,等. 硅叶面肥对夏玉米生长发育、产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):74-77.
- [5] 邓思涵,龙九妹,陈聪颖,等. 叶面肥阻控水稻富集镉的研究进展[J]. 中国农学通报,2020,36(1):1-5.
- [6] 颜进贵,钟桂宏,杨金球. 功能型贵西牌叶面肥的研究与应用[J]. 作物研究,2017,31(7):724-726.
- [7] 樊俊,郑诗樟,胡红青,等. 施用叶面肥对不同基肥处理小白菜效果的研究[J]. 中国土壤与肥料,2010(3):25-30.
- [8] 刘辉,宋涛,曹奇领,等. 不同叶面肥在黄瓜盆栽上的应用研究[J]. 农

- 学报,2015,5(10):70-74.
- [9] 李瑞海,徐大兵,黄启为,等. 叶面肥对苗期油菜生长特性的影响[J]. 南京农业大学学报,2008,31(3):91-96.
- [10] 梁啸天,蒋高明. 不同叶面肥对夏大豆主要农艺性状的影响[J]. 山东农业科学,2016,48(8):85-88.
- [11] 汪洋,张慎举,侯乐新,等. 豫东砂壤土筋强小麦应用叶面肥增产保优效应研究[J]. 河南农业科学,2010,39(9):35-36.
- [12] 李继玲,王英日. 几种叶面肥在水稻上的应用比较试验[J]. 农学报,2013,3(8):29-31,37.
- [13] 胡大鹏,陈浩,夏苜蔚,等. 不同有机叶面肥对盐城盐碱地有机水稻产量·品质及效益的影响[J]. 安徽农业科学,2022,50(4):165-168.
- [14] 赵广才,常旭虹,王德梅,等. 小麦生产概况及其发展[J]. 作物杂志,2018(4):1-7.
- [15] 王一杰,辛岭,胡志全,等. 我国小麦生产、消费和贸易的现状分析[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(5):36-45.
- [16] 潘涌佳,刘吉平,刘伟强. “粒粒金”在蚕桑生产应用方面的初试[J]. 广东蚕业,2012,46(2):28-30.
- [17] 禾百润——独一无二的碳肥[J]. 新农业,2017(3):63.
- [18] 朱荣,康建宏,慕宇,等. 喷施叶面肥对花后干旱春小麦光合特性的影响[J]. 西南农业学报,2017,30(7):1593-1599.
- [19] 张春明,兰汝佳,甘淳丹,等. 新型微量元素型叶面肥对春小麦旗叶衰老、籽粒产量和品质的影响[J]. 生态与农村环境学报,2019,35(1):121-127.
- [20] 何宁,王雪扬,曹良子,等. 光温处理对小豆苗期生理性状及叶绿素合成前体的影响[J]. 作物学报,2019,45(3):460-468.
- [21] 吴楚,王政权,范志强,等. 不同氮浓度和形态比例对水曲柳幼苗叶绿素合成、光合作用以及生物量分配的影响[J]. 植物生态学报,2003,27(6):771-779.
- [22] 王平荣,张帆涛,高家旭,等. 高等植物叶绿素生物合成的研究进展[J]. 西北植物学报,2009,29(3):629-636.
- [23] 李云,黄斌,张先平,等. 不同时期喷施不同叶面肥对冬小麦产量及品质的影响[J]. 陕西农业科学,2018,64(2):55-58.
- [24] 陆梅,孙敏,任爱霞,等. 喷施叶面肥对旱地小麦生长的影响及与产量的关系[J]. 作物杂志,2018(4):121-125.
- [25] 程红玉,肖占文,宗盛晓,等. ALA 叶面肥对春小麦光合特性和灌浆速率的影响[J]. 麦类作物学报,2018,38(5):572-577.
- [26] 李旭霖,王宗仁,胡景田,等. 追施海藻叶面肥对盐碱地冬小麦生长及其产量的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(33):32-33,44.

(上接第 149 页)

的外观质量,导致经济产量下降。

在 4 个处理中,N、P、K 肥料配合施用,夏阳白 N 肥利用率为 35.4%,P 肥利用率为 28.6%,K 肥利用率为 52.5%。如果不施任意一种肥料,其他肥料的利用率显著降低,尤其是不施 N 肥,对其他 2 种肥料利用率影响最大。不施 N 肥条件下,K 肥利用率为-14.7%,植株的 K 积累量低于不施 K 处理,说明所施的 K 肥未被吸收,造成浪费;不施 P 肥条件下,N 肥、K 肥利用率分别为 16.2%、20.3%,比 N、P、K 肥料配合施用处理分别降低 54.2%、61.3%;不施 K 肥条件下,N 肥、P 肥利用率分别为 17.4%、12.3%,比 N、P、K 肥料配合施用处理分别降低 50.8%、57.0%。因此,在夏阳白生产中,应加强 N、P、K 肥料配合施用,提高产量和肥料利用率,减少肥料的浪费,降低生产成本。

N 肥对夏阳白生物产量、经济产量影响最大,P 肥、K 肥次之,N、P、K 肥料配合施用是提高夏阳白产量的关键措施。N、P、K 肥料配合施用能显著提高肥料利用率。该试验条件下,N 肥利用率为 35.4%,P 肥利用率为 28.6%,K 肥利用率为 52.5%。

参考文献

- [1] 国家统计局. 2021 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2021.
- [2] 耿川雄,张茜,朱红业,等. 化肥不同减量比例对白菜、甘蓝产量和肥料利用率的影响[J]. 西南农业学报,2021,34(5):1047-1053.
- [3] 李春惠,庞慧,宁贤,等. 夏阳白白菜高产栽培技术[J]. 现代农业科技,2009(15):91-92.
- [4] 李娟娟. 夏阳白的高产栽培技术[J]. 农家之友,2001(4):16.
- [5] 王建军. 我国大白菜生产现状及发展对策[J]. 中国果菜,2020,40(7):80-82,106.
- [6] 黄梓翀,刘善江,孙昊,等. 我国蔬菜肥料利用率现状与提高对策[J]. 蔬菜,2021(7):43-50.
- [7] 彭育好,彭育勤,陈桂芬. 不同肥料配合与不同施肥量对夏阳白的增产效果初探[J]. 广西农业学报,2003,18(1):9-11.
- [8] 张海涛,王倩,刘金,等. 不同施肥处理对黄淮地区大白菜产量及养分利用率的影响[J]. 河南农业大学学报,2012,46(4):392-396.
- [9] 郑明强. 有机肥和氮肥不同施用量对白菜产量及经济效益的影响[J]. 安徽农业科学,2016,44(30):112-114.
- [10] 裴晓云. 大白菜对氮磷钾肥料的利用与增效技术[J]. 江苏农业科学,2001,29(3):44-46.
- [11] 孙晓,姜学玲,张占田,等. 氮磷钾肥丰缺对白菜产量及养分利用效率的影响[J]. 山东农业科学,2019,51(5):109-112,116.
- [12] 冯浩杰,刘善江. 肥料增效剂对白菜农学效应的影响[J]. 北方园艺,2015(14):174-177.
- [13] 张悦. 肥料应用中存在的问题及建议[J]. 肥料与健康,2020,47(6):4-9.
- [14] 艾合买提·克力木,麦提艾力·阿巴拜科日. 白菜“2+X”氮肥总量控制试验研究[J]. 南方农业,2014,8(21):34-35.