

孙 婷,李小莉,王孟兰,等. 不同钾肥用量对大棚小白菜生长、养分吸收及土壤养分含量的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(12):134-137.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.12.028

不同钾肥用量对大棚小白菜生长、养分吸收及土壤养分含量的影响

孙 婷¹, 李小莉^{2,3}, 王孟兰¹, 苏 舜¹

(1. 江苏省南京市江宁区耕地质量保护站, 江苏南京 210008;

2. 中国科学院南京土壤研究所/农业与可持续发展国家重点实验室, 江苏南京 210008; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:钾肥对蔬菜生长及品质形成具有重要的作用。为探明大棚小白菜合适施钾量,通过在主推配方基础上增减钾肥用量处理,研究钾肥用量对大棚小白菜产量构成、养分吸收利用及土壤理化性质的影响。田间试验结果表明,对于大棚种植的小白菜,在主推配方(K_2O 75 kg/hm²)的基础上减钾 20%、40% 或增钾 20% 3 个处理的小白菜产量无显著降低,但是钾肥偏生产力随着钾肥施用量增加而显著降低;减钾 20% 处理土壤速效钾水平无显著变化,减钾 40% 显著降低了土壤速效钾含量,而增钾 20% 土壤速效钾含量显著升高;减钾 20%、40% 2 处理的钾肥投入和吸收失衡,不能满足持续生产需求,其钾素亏缺分别达 32.8、53.1 kg/hm²。因此,根据小白菜生长期需求设立的主推配方施钾量(K_2O 75 kg/hm²)可以满足当季小白菜生产需求,但考虑钾肥投入和吸收的平衡,在主推配方的基础上增施 20% 的钾肥(90 kg K_2O /hm²),可维持土壤速效钾水平,满足小白菜可持续生产需求。

关键词:钾肥;小白菜;钾素平衡;土壤速效钾

中图分类号: S634.306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0134-03

我国设施栽培由于大量施肥及高强度复种指数,多数连续 5 年以上种植就会导致土壤养分失衡现象,因此,设施栽培的蔬菜合理施肥极为重要。钾是植物生长发育必需的三大营养元素之一,能促进植株茎秆健壮,改善植物品质^[1],增强植株抗逆境能力^[2-3]。作物需钾量与氮相当,有时需钾量甚至超过对氮的需求,因此施用钾肥对作物的高产优质具有重要的作用^[4-8]。但是,植物对钾的吸收有奢侈吸收的现象,过量钾的供应导致植物吸收大量的钾,不仅没有达到增产作用^[9],反而可能抑制作物对钙、镁等元素的吸收^[10-12],在作物收获时随作物移走而造成钾素的浪费。江苏省南京市江宁区小白菜生产主推配方中钾的用量(K_2O 75 kg/hm²)是根据土壤速效钾水平和当地一季小白菜产量计算的。通过在主推配方基础上增减钾肥用量处理进行田间试验,探究南京江宁地区大

棚小白菜合适的施钾量,为本地钾肥合理施用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与土壤性质

试验于 2017 年在南京市江宁区淳化街道蔬菜大棚进行。土壤为黄棕壤,基本理化性质为:全氮含量 1.53 g/kg,全磷含量 1.01 g/kg,全钾含量 12.95 g/kg,碱解氮含量 111.4 mg/kg,有效磷含量 134.5 mg/kg,速效钾含量 224.6 mg/kg,有机质含量 14.55 g/kg,pH 值 6.82。

1.2 试验材料

复合肥(含纯 N、 P_2O_5 、 K_2O 分别为 14%、16%、15%),尿素,硫酸钾,过磷酸钙等肥料;上海青小白菜。

1.3 试验设计

8 m×50 m 塑料大棚,起 3 垄种植蔬菜,每垄划分 4 个小区,每小区面积 2 m×10 m=20 m²,2 边设置 0.5 m 的保护行,大棚入口和尾部各设 2 m 保护行,即每个塑料大棚有 12 个小区。主推配方施肥量设为 N 100 kg/hm²、 P_2O_5 80 kg/hm²、 K_2O 75 kg/hm²,在主推配方基础上设置 4 个钾肥水平,

收稿日期:2019-03-27

基金项目:2017 年部级耕地质量提升与化肥减量增效示范县创建项目;中国科学院战略性先导科技专项(编号:XDB15030300)。

作者简介:孙 婷(1977—),女,江苏南京人,高级农艺师,主要从事土壤肥料和农业环境保护技术推广。E-mail:1123396719@qq.com。

分别为:(A)主推配方(K_2O 75 kg/hm^2);(B)减钾 20% (K_2O 60 kg/hm^2);(C)减钾 40% (K_2O 45 kg/hm^2);(D)增钾 20% (K_2O 90 kg/hm^2)。每个处理 3 次重复,采用随机区组设计。

1.4 分析与测定

植株收获后,每试验小区小白菜称量鲜质量,计产。另随机从每试验小区抽取部分小白菜样品在烘箱 105 $^{\circ}C$ 条件后杀青,70 $^{\circ}C$ 条件后烘干称质量后,经磨样机粉碎后供养分含量分析。粉碎的植物样品采用硫酸-过氧化氢消煮,然后测定其全氮、全磷、全钾的含量。其中,全氮含量测定采用凯氏定氮法,全磷含量测定采用钼锑抗比色法,全钾含量测定采用火焰光度计法。

每个小区用土钻采取 20 cm 耕层土壤,风干后粉碎过筛测定各指标。土壤有机质含量采用低温外热重铬酸钾氧化-比色法测定,土壤 pH 值采用水土比 2.5:1 电位法测定,土壤全氮含量采用凯氏定氮法测定,土壤全磷含量采用酸溶-钼锑抗比色法测定,土壤全钾含量采用高氯酸消煮法测定,土壤有效磷含量采用碳酸氢钠提取比色法测定,速效钾含量采用乙酸铵提取火焰光度法测定,土壤有效氮含量采取碱解扩散法测定^[13]。

2 结果与分析

2.1 不同钾肥用量对小白菜生长的影响

从图 1 可以看出,在主推配方的基础上减施 20%、40% 的钾肥,小白菜的产量反而增加,2 处理分别增加 9.6%、4.4%;而增施 20% 的钾肥使小白菜产量降低了 4.4%。采用 SPSS 18.0 对产量数据进行 Tukey 分析的结果表明,不同处理间差异不显著,表明减施 20%~40% 钾肥或增施 20% 钾肥没有显著影响小白菜的产量。

肥料偏生产力(PFP)是反映当地土壤基础养

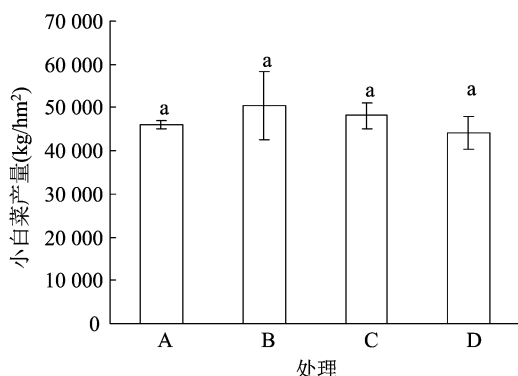


图1 不同钾肥用量条件下的小白菜产量

分水平和化肥施用量综合效应的重要指标。计算了4个施钾处理的钾肥偏生产力,发现钾肥投入越多,其偏生产力 PFP 值越低,减钾 40% 的处理 PFP 最高,比加钾 20% 处理高 1 倍以上,其次是减钾 20% 处理,显著高于主推配方和加钾 20% 处理。主推配方处理的 PFP 值虽然高于加钾 20% 处理,但二者间差异不显著(图 2)。表明供试土壤钾素基础含量比较高,较低的钾肥用量对产量没有显著影响。

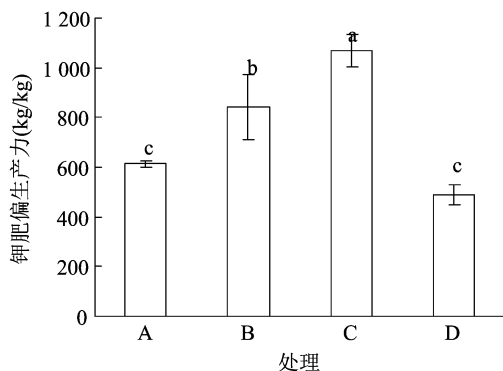


图2 不同施钾肥量下的钾肥偏生产力

2.2 不同钾肥用量对土壤速效养分及 pH 值的影响

分析了不同处理的 0~20 cm 土壤速效养分含量和 pH 值(表 1),在主推配方的基础上减钾 40% 显著降低了土壤的速效钾含量,减钾 20% 没有影响土壤速效钾含量;增施 20% 的钾肥,土壤的速效钾含量显著升高了 42.5 mg/kg ,高达 257.1 mg/kg ,高于蔬菜正常需求的土壤速效钾水平(160~240 mg/kg)。在主推配方的基础上减施 40% 的钾肥显著增加了土壤的碱解氮含量;增施 20% 的钾肥,土壤的碱解氮含量显著降低。而减施和增施钾肥没有显著影响土壤的有效磷含量及土壤 pH 值。由此可见,在主推配方的基础上减施 40% 的钾肥显著降低了土壤的速效钾含量,并可显著提高土壤碱解氮含量。

2.3 不同钾肥用量对小白菜氮、磷、钾养分吸收及钾素平衡的影响

从表 2 可以看出,减少或增加钾肥施用量并没有显著影响小白菜植株的含钾量、含氮量和含磷量。增施 20% 钾肥虽然导致土壤速效钾含量升高,但是并没有增加小白菜体内钾元素的积累。表明增施 20% 钾肥或减施 20%、40% 的钾肥对小白菜植株的氮、磷和钾含量无显著影响。

表 1 不同钾肥用量下的土壤 pH 值和土壤氮磷钾速效养分含量

处理	pH 值	碱解氮含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)
A	6.71a	108.3b	214.6b	113.1a
B	6.94a	104.3b	212.8b	136.5a
C	6.79a	122.3a	190.6d	122.1a
D	6.79a	89.4c	257.1a	141.2a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。
表 2 同。

表 2 不同钾肥用量对小白菜体内氮、磷和钾含量的影响

处理	氮含量 (%)	磷含量 (g/kg)	钾含量 (g/kg)
A	2.97a	5.28a	31.19a
B	2.76a	5.49a	34.17a
C	3.05a	5.93a	36.15a
D	2.84a	6.05a	33.94a

计算了单位面积小白菜的吸钾量和钾素平衡,发现加钾 20% 处理其平均吸钾量最低,但 4 个施钾量的小白菜吸钾量无显著差异。因此,导致 2 个减钾处理的钾素亏缺显著高于对照和加钾处理,只有加钾 20% 处理钾肥有盈余,其他 3 个施钾量的钾素盈余均为负值,减钾 20%、40% 的钾素分别亏缺达 32.8、53.1 kg/hm² (图 3)。由此可见,当地大棚小白菜在施钾量从 45 kg/hm² 增加到 90 kg/hm² 时,小白菜对钾的吸收无显著变化,但是减钾 20%、40% 处理(施钾量分别为 60、45 kg/hm²) 钾素亏缺严重。

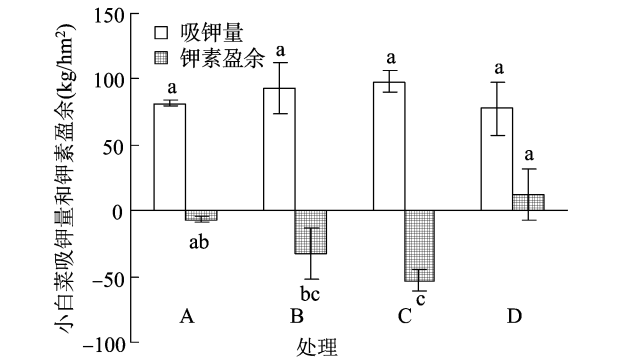


图 3 不同施钾量下小白菜地上部吸钾量及钾素盈余

3 讨论与结论

章永松等认为,蔬菜生长适宜的土壤速效钾水平为 160 ~ 240 mg/kg^[14]。本试验小区土壤本底速效钾含量为 224.6 mg/kg,可以满足当季小白菜生

长需求。主推配方的施钾量(K₂O 75 kg/hm²)是根据小白菜生长季的需求而计算得到的施用量,并没有考虑是否影响土壤速效钾本底值水平。

钾肥的投入和吸收平衡结果表明,减施 20% 钾肥(K₂O 施用量 60 kg/hm²)处理的 K₂O 亏缺达 32.8 kg/hm²,虽然土壤速效钾含量没有显著变化,但是这只是种植一季小白菜的结果,如果连续几季的种植将不可避免地导致土壤速效钾含量的降低。减钾 40% 也没有降低小白菜产量,但是钾素亏缺达 53.1 kg/hm²,土壤速效钾含量水平也显著降低。表明根据小白菜目标产量计算的施钾量 75 kg/hm² 不足以弥补小白菜带走钾量。Scharpf 等认为,对于养分供应处于中等水平的土壤,推荐施肥量为作物养分需要量的 1.2 倍^[15],因此当地适宜施钾量为 75 × 1.2 = 90 kg K₂O/hm²,即在主推配方基础上增钾 20% 处理。

因此,综合小白菜的产量数据、土壤速效钾水平及钾肥投入和吸收的平衡,对于大棚种植的小白菜,在主推配方的基础上增施 20% 的钾肥(90 kg K₂O/hm²),可维持小白菜的产量及土壤速效钾水平。因大棚土壤的有机质含量较低,如果采用主推配方施钾量,建议每年施用一次有机肥或采用作物秸秆还田措施以培肥土壤,改善土壤耕性,增强土壤的保肥保水性能,并减少部分钾肥投入。

参考文献:

[1] 王亮亮,高志山,宋伟杰,等. 滴灌施肥下钾肥对番茄生长及产质量的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(21):132-134.
[2] 张明聪,刘元英,罗盛国,等. 养分综合管理对寒地水稻抗倒伏性能的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(21):4536-4542.
[3] 郭玉华,朱四光,张龙步. 不同栽培条件对水稻茎秆生化成分的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2003,34(2):89-91.
[4] 武 际,郭熙盛,王允青,等. 钾对强筋小麦产量和品质的调控效应[J]. 中国土壤与肥料,2007(2):59-60,74.
[5] 张国平. 钾素对小麦氮代谢与产量的影响[J]. 浙江农业大学学报,1985,11(4):463-472.
[6] 于振文,张 炜,余松烈. 钾营养对冬小麦养分吸收分配、产量形成和品质的影响[J]. 作物学报,1996,22(4):442-447.
[7] 刘全喜,马连运. 衡水耕层土壤钾素状况及施钾效果[J]. 土壤肥料,1997(1):29-31.
[8] 邢 竹,申建波,郭建华,等. 高产棉花营养吸收规律及钾肥效果研究初报[J]. 土壤肥料,1994(4):25-28.
[9] 祝海燕,王海峰,李春燕. 过量施用钾肥对寿光设施果菜类蔬菜的影响[J]. 中国蔬菜,2015(11):93-95.
[10] 陈竹君,王益权,周建斌,等. 日光温室栽培对土壤养分累积及交换性养分含量和比例的影响[J]. 水土保持学报,2007,

邓禄军,李金玲,夏锦慧,等. 安顺山药光合生理特性研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(12):137-140.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.12.029

安顺山药光合生理特性研究

邓禄军¹, 李金玲², 夏锦慧¹, 范士杰¹, 周智勇², 刘文东²

[1. 贵州省农业科学院生物技术研究所, 贵州贵阳 550006; 2. 贵州省药用植物繁育与种植重点(工程)实验室, 贵州贵阳 550025]

摘要:研究了山药(*Dioscorea batatas* Decne)的光合生理特性,为山药的高产优质栽培提供理论依据。以安顺山药为试验材料,在其旺盛生长期,用 Li-6400 便携式光合测定仪于晴朗的天气测量其光合日变化、光饱和点、光补偿点、饱和光强度条件下的 CO₂ 饱和点与 CO₂ 补偿点。结果表明,安顺山药的净光合速率日变化曲线呈双峰型,在 11:00 达到第 1 个峰值,为 11.94 μmol/(m²·s),在 14:00 达到第 2 个峰值,为 4.58 μmol/(m²·s);安顺山药的平均水分利用效率为 4.35 μmol/mmol,最高达到 12.04 μmol/mmol;安顺山药的光饱和点为 1 458.30 μmol/(m²·s),光补偿点为 20.41 μmol/(m²·s);安顺山药的 CO₂ 饱和点为 1 825.00 μmol/mol,CO₂ 补偿点为 67.16 μmol/mol。由研究结果可以得出,安顺山药为阳生植物,对环境中的光照有较强的适应能力,具有良好的水分利用能力。

关键词:山药;净光合速率;补偿点;饱和点

中图分类号: S632.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0137-04

山药(*Dioscorea batatas* Decne)为薯蓣科薯蓣属多年生缠绕草质藤本植物,已被中华人民共和国国家卫生健康委员会列入食药两用中药名单。山药具有补脾益肺、补肾涩精、生津养肺之功效,可用于缓解脾虚食少、久泻不止、脾虚喘咳、肾虚遗精、虚热消渴等症^[1]。山药以其地下块茎供人们食用,具有美味可口、营养丰富、易于贮存、便于运输、保质期长等优点,此外,山药富含蛋白质、淀粉、无机盐、烟酸、胡萝卜素、维生素、纤维素、胆碱、皂苷、糖蛋白、黏液蛋白等物质,具有很好的保健作用。山药主产于河南、山西、河北、陕西等省,在山东、江苏、浙江、湖南和广西等地亦有栽培。目前,我国人工栽培的山药品种较多,各地在长期的栽培过程中均已形成了具有自身地方特色的品种,如贵州安顺地区栽培的本地种源成为“安顺山药”品种,2010 年

12 月,原中华人民共和国农业部批准对“安顺山药”实施农产品地理标志登记保护。山药在中国分布较广,且食用历史悠久,随着人们生活水平的提高,人们的保健意识日益增强,更加注重食疗养生,对山药的消费量也逐年增加,山药在产业中的地位越来越重要。但是,由于山药种植成本较高,在生产上较费工,使得山药农业生产的相关研究还不充分。安顺山药薯块呈圆柱形,其地下块茎可长达 100 cm,皮薄,外表呈淡褐色,密生细须,根皮黄白色,肉白色且有黏液,削皮后肉质呈白色,且久置不会变黄、久煮不散,肉质松软细腻,味稍甜,容易做成山药泥、山药粉等,深受当地人民欢迎,但是不足之处是产量偏低,不能满足市场需求,山药产量因此成为扩大生产的瓶颈。影响山药产量的因素有多种,在栽培过程中光合特性是重要因素。本试验以安顺山药为材料对其光合特性进行初步研究,以期为进一步的研究和品种改良提供基础。

目前关于山药的研究大多是关于其种质资源、化学成分、药理作用及山药产品的开发等^[2-6],关于山药高产栽培生理的研究甚少,尤其是关于地方品

收稿日期:2019-07-19

基金项目:贵州省科技计划(编号:黔科合 NY 字[2016]3045 号)。

作者简介:邓禄军(1979—),男,贵州凤冈人,硕士,副研究员,主要从事根茎类作物资源评价与栽培技术研究。E-mail: denglujun@163.com。

21(1):5-8,43.

[11]姜勇,张玉革,梁文举. 温室蔬菜栽培对土壤交换性盐基离子组成的影响[J]. 水土保持学报,2005,19(6):78-81.

[12]陈竹君,高佳佳,赵文艳,等. 磷钾肥施用对日光温室土壤溶液离子组成的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(2):261-266.

[13]鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技

术出版社,2000.

[14]章永松,倪吾钟,林咸永,等. 杭州市郊菜园土壤的有效养分状况与施肥对策[M]. 南京:河海大学出版社,1997.

[15]Scharpf H C, Wehrmann J, Liebig H P. Nutrition and fertilization [M]//Vegetable production: a textbook and reference work for study and practice. Berlin: Verlag Paul Parey, 1986: 111-135.