

doi:10.11937/bfyy.20204024

不同施肥处理对青萝卜产量和品质的影响

张俊花, 刘 萌, 孙国庆, 范 悦, 王登燕, 黄 伟

(河北北方学院 农林科技学院, 河北 张家口 075000)

摘 要:以“绿翡翠”青萝卜为试材,采用田间试验方法,研究了不同施肥处理对青萝卜肉质根长度和粗度、叶绿素含量、净光合速率、产量、品质及经济效益指标的影响,以期筛选出冀西北坝上地区青萝卜生产中适宜的施肥量。结果表明:各施肥处理均能促进青萝卜根的生长,但以处理3、处理4的效果更明显;收获时,处理3、处理4的根鲜质量明显高于CK,二者的根干质量较CK分别增加了25.67%、24.75%,叶绿素含量和净光合速率较CK分别提高了12.64%、11.68%和16.23%、12.59%,二者之间没有显著差异。处理4的生物产量、经济产量和经济效益较CK分别提高了15.00%、15.74%和20.31%;以处理4的维生素C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量最高,较CK分别提高了16.20%、27.27%和6.98%,处理4肉质根中亚硝酸盐含量则较CK降低了22.26%;处理3的经济产量、经济效益略高于处理4,二者差异也不明显。综上,在冀西北坝上地区青萝卜生产中,处理4能够达到促进青萝卜生长、增强光合作用、提高青萝卜产量和经济效益、改善青萝卜品质的目的,因此,处理4是适合冀西北坝上地区青萝卜的施肥方案。

关键词:冀西北坝上地区;青萝卜;施肥;肉质根性状;光合特性;产量;品质

中图分类号:S 631.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2021)11-010-08

萝卜(*Raphanus sativus* L.)是人们日常生活中最常见的蔬菜种类之一,经过多年的种植和发展,目前我国萝卜栽培面积约120万 hm^2 ^[1],仅次于马铃薯和大白菜,位居第三位^[2]。萝卜是冀西北坝上地区栽培的重要蔬菜之一,在冀西北坝上地区农业发展及农村经济中的地位日趋重要。目前,有关冀西北坝上地区萝卜养分的需求特性以及施肥技术方面的系统研究比较少,这在一定程度上限制了冀西北坝上地区萝卜产业的可持续发

展,而且在萝卜生产过程中存在偏施氮肥、盲目或过量施用肥料、肥料种类与结构不合理的现象,造成肥料利用率低下,土壤养分平衡被破坏,土壤肥力缺乏,品质难以保证^[3];生产中这种施肥过量和不平衡现象极其普遍,不利于当地生态环境保护和农业可持续发展^[4]。

合理施肥是保证蔬菜高产的关键措施^[5],合理施肥一定程度上会促进萝卜产量和质量的提高与改善,然而过量施肥、盲目施肥或不平衡施肥等措施,就可能导致萝卜肉质根中营养成分含量的下降,甚至可能会导致硝酸盐含量的升高,降低萝卜品质^[6-9],带来种植者经济效益的下降。张贵龙等^[10]研究表明,增施氮肥不能有效提高种植在土壤基础肥力较高的情况下白萝卜的产量,在单施有机肥基础上,再加施尿素后,白萝卜硝酸盐含量随氮肥施用量的增加显著升高。刘建平^[11]研究发现,青萝卜的硝酸盐含量与施肥量成正比。

合理施肥除了考虑萝卜的品种、肥料的增产

第一作者简介:张俊花(1969-),女,博士,副教授,现主要从事蔬菜营养与品质等研究工作。E-mail:456456892@qq.com.

基金项目:河北省专业学位研究生教学案例建设资助项目(KCJSZ2020101);国家大宗蔬菜现代农业产业技术体系建设资助项目(CARS-23-G-08);河北省现代农业产业技术体系蔬菜产业创新团队建设资助项目(HBCT2018030212)。

收稿日期:2020-11-16

效应外,还应考虑养分综合利用状况。目前,与国外相比,我国的养分利用效率明显低下,个别地区氮肥利用率甚至还达不到 10%^[12],由此,增加了农业生产成本,肥料资源浪费巨大,生态环境污染日益严重^[13],这些突出的问题急需解决方案。

冀西北坝上地区自从种植萝卜以来,主要以大白萝卜为主,面积发展到了逾 6 700 hm²,但由于连续多年种植,重茬问题越来越严重,加之大白萝卜生产过程中,存在施肥不合理、农药用量不科学、病虫害增加、经济效益不显著等现象,导致大白萝卜种植者减少其种植面积;近年来,随着市场需求的变化,种植者又开始了青萝卜的种植,面积已经达到了 3 500 hm²,经济效益达 30 000 元·hm⁻²,深受种植者和消费者的喜欢,但是目前青萝卜种植中施肥量和种类没有一个较为统一的标准,施用复合肥的量从 300 kg·hm⁻²到 1 800 kg·hm⁻²不等,施肥量随意性大,导致青萝卜产量差异大,品质难以保证。

因此,该研究以青萝卜“绿翡翠”为试验材料,开展不同肥料施用效果研究,以期优化冀西北坝上地区青萝卜的施肥技术方案,为青萝卜在该区高效优质生产提供实践指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于 2019 年 7—9 月在河北省张家口市尚义县南壕堑镇十三号村青萝卜种植基地进行。供试青萝卜为当地主栽品种“绿翡翠”;试验用基肥为复合肥(N-P₂O₅-K₂O:17-17-17),追肥为肥尔得 2 号水溶肥(N-P₂O₅-K₂O:25-5-20)和肥尔得 4 号水溶肥(N-P₂O₅-K₂O:18-7-25),以及硫酸钾和海藻酸肥料。肥尔得 2 号和 4 号水溶肥随滴灌施入,硫酸钾和海藻酸肥料通过叶面喷施。青萝卜种子和肥料均由尚义县大青沟镇绿农植物医院提供。各施肥处理见表 1。

表 1 不同施肥处理设计

Table 1 Design of different fertilization treatments

处理	基肥	莲座期追肥	肉质根膨大期追肥
Treatments	Base fertilizer/(kg·hm ⁻²)	Rosette dressing	Topdressing at enlargement stage of fleshy root
CK	750.00	高钾肥 225 kg·hm ⁻²	高钾肥 225 kg·hm ⁻²
处理 1 T1	279.60	肥尔得 2 号水溶肥 321.60 kg·hm ⁻²	肥尔得 4 号水溶肥 297.75 kg·hm ⁻² +K ₂ SO ₄ 21.60 kg·hm ⁻²
处理 2 T2	349.35	肥尔得 2 号水溶肥 401.70 kg·hm ⁻²	肥尔得 4 号水溶肥 372.00 kg·hm ⁻² +K ₂ SO ₄ 27.15 kg·hm ⁻²
处理 3 T3	419.25	肥尔得 2 号水溶肥 481.95 kg·hm ⁻²	肥尔得 4 号水溶肥 446.25 kg·hm ⁻² +K ₂ SO ₄ 32.55 kg·hm ⁻²
处理 4 T4	349.35	肥尔得 2 号水溶肥 401.70 kg·hm ⁻² + 海藻酸肥 0.18 kg·hm ⁻²	肥尔得 4 号水溶肥 372.00 kg·hm ⁻² + K ₂ SO ₄ 27.15 kg·hm ⁻² +海藻酸肥 0.18 kg·hm ⁻²

1.2 试验方法

青萝卜于 7 月 26 日起垄播种,播种前,先将青萝卜种子用胶带编织,然后将编织好的种子胶带挂在专用播种机上进行播种,株行距为 15 cm×40 cm,采用滴灌进行灌溉和追肥,正常田间管理,9 月 29 日收获。

每个处理设置 3 次重复,随机区组排列,小区面积为 70.00 m×0.75 m=52.50 m²。

1.3 项目测定

1.3.1 植株生长及产量测定

在青萝卜的不同生长时期,从每个种植小区中随机选取 5 株,测定其根长、根粗、根的鲜质量及干质量,同时测定每个时期的叶绿素含量和净

光合速率,净光合速率测定时选择晴天的 09:00—11:00 进行;收获时按小区实际测定其产量,计算 1 hm² 产量。

青萝卜根粗采用游标卡尺测定,根长采用钢卷尺测定,叶绿素相对含量采用美国公司生产的 SPAD-502 型叶绿素计测定,净光合速率采用美国生产的 Li-6400 光合仪测定。

1.3.2 品质测定

收获时,在每个小区随机选取 5 株,测定其肉质根的品质指标。可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,亚硝酸盐含量采用紫外分光光度法测定^[14]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行处理和作图。采用 SPSS 17.0 软件进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对青萝卜根长及根粗的影响

青萝卜肉质根的长度和粗度是青萝卜产量的直接反映,也是青萝卜增产的生物学基础。由表 1 可知,苗期以处理 3 根长最大,CK 根长最小,且 CK 显著低于其它处理;莲座期根长与苗期表现一致。由于肉质根膨大期补充了硫酸钾肥,处理 3 的根长是所有处理中最大的,处理 4 其次;进入收获期,处理 3 的根长显著高于其它处理,处理 4 位居第二,二者根长较 CK 分别提高了 8.57% 和 5.64%。可见,处理 3、处理 4 均可有效提高青萝卜的根长,但处理 3 施肥量最大,而处理 4 较处理 3 节肥方面更为突出。

表 1 不同施肥处理对青萝卜根长的影响
Table 1 Effects of different fertilizer treatments on root length of green radish cm

处理 Treatments	苗期 Seedling stage	莲座期 Rosette stage	肉质根膨大期 Fleshy root enlargement stage	收获期 Harvest period
对照 CK	15.83b	20.11b	25.86b	28.37d
处理 1 T1	16.02a	21.17a	26.54a	29.26c
处理 2 T2	16.28a	21.72a	26.65a	29.86b
处理 3 T3	17.73a	22.37a	26.96a	30.80a
处理 4 T4	16.41a	21.73a	26.71a	29.97b

注:邓肯氏新复极差测验,同列不同小写字母为差异达显著水平($P < 0.05$)。下同。

Note: Duncan's test. The different lowercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$. The same as below.

由表 2 可知,各处理的表现不同于根长。在苗期结束时,处理 3 和处理 4 的根粗最大,CK 最小;莲座期处理 3 的根粗仍然最大,处理 4 其次;肉质根膨大期结束时,青萝卜根粗表现基本与莲座期相同;但当青萝卜收获时,青萝卜根部较前一个时期都有明显增粗,仍以处理 3 的根粗最大,处理 4 次之。由此可见,处理 3、处理 4 更利于青萝卜根长和根粗的生长,处理 3 效果较处理 4 略好,但是处理 3 较处理 4 施肥量增加了 20%。

表 2 不同施肥处理对青萝卜根粗的影响

Table 2 Effects of different fertilizer treatments on root diameter of green radish cm

处理 Treatments	苗期 Seedling stage	莲座期 Rosette stage	肉质根膨大期 Fleshy root enlargement stage	收获期 Harvest period
对照 CK	1.584 2c	2.735 6c	4.211 5d	5.360 0d
处理 1 T1	1.593 3b	2.738 9c	4.322 4c	5.453 3c
处理 2 T2	1.596 7b	2.831 1b	4.513 2b	5.751 1b
处理 3 T3	1.687 8a	2.931 1a	4.653 1a	5.788 9a
处理 4 T4	1.687 8a	2.848 9b	4.534 6b	5.752 2b

2.2 不同施肥处理对青萝卜根鲜质量及干质量的影响

青萝卜地下部根干鲜质量的变化与其根长和根粗的增加紧密相连。随着青萝卜根长和根粗的缓慢增加,鲜质量和干质量也在逐渐增加。

从表 3~4 可以看出,苗期根鲜质量和根干质量在各处理之间无显著差异。从莲座期到肉质根膨大期,地上部叶片光合产物逐渐向地下部根转移,青萝卜肉质根进入快速膨大阶段,各处理根鲜质量和根干质量涨幅较大。肉质根膨大期,处理 3 的根鲜质量最大,但与处理 4 无显著差异,二者与 CK 相比,分别提高了 28.46% 和 23.47%,此期根干质量表现与鲜质量基本一致,处理 3、处理 4 的根干质量较 CK 分别提高了 29.46% 和 25.07%。进入收获期,地下部肉质根已经生长至成熟状态,大小基本定型,青萝卜根鲜质量、根干质量涨幅明显低于上个生长时期的涨幅,处理 3 和处理 4 根鲜质量的涨幅较肉质根膨大期分别下降了 1.71、0.68 个百分点;而根干质量的变化规律与根鲜质量基本相似,收获时,处理 3、处

表 3 不同施肥处理对青萝卜根鲜质量的影响

Table 3 Effects of different fertilizer treatments on root fresh weight of green radish g

处理 Treatments	苗期 Seedling stage	莲座期 Rosette stage	肉质根膨大期 Fleshy root enlargement stage	收获期 Harvest period
对照 CK	10.60a	43.81d	221.22c	299.35c
处理 1 T1	10.75a	45.32c	232.13c	301.05c
处理 2 T2	10.83a	50.13b	258.19b	320.84bc
处理 3 T3	12.74a	53.09a	284.18a	379.43a
处理 4 T4	11.75a	52.85a	273.13ab	367.56ab

表 4 不同施肥处理对青萝卜根干质量的影响

Table 4 Effects of different fertilizer treatments on root dry weight of green radish g

处理 Treatment	苗期 Seedling stage	莲座期 Rosette stage	肉质根膨大期 Fleshy root enlargement stage	收获期 Harvest period
对照 CK	0.80a	3.73c	14.36d	26.30c
处理 1 T1	0.82a	4.08b	15.74c	26.65c
处理 2 T2	0.84a	4.12b	17.21b	31.87b
处理 3 T3	0.90a	4.51a	18.59a	33.05a
处理 4 T4	0.86a	4.29a	17.96ab	32.81ab

理 4 的根干质量较 CK 分别增加了 25.67%、24.75%。可见,处理 3、处理 4 更有利于促进青萝卜肉质根干物质的积累。

2.3 不同施肥处理对青萝卜光合特性的影响

2.3.1 不同施肥处理对青萝卜叶片叶绿素含量的影响

由图 1 可知,苗期各处理叶绿素相对含量差异不显著($P>0.05$),平均为 43.51。苗期到莲座期,叶绿素相对含量涨幅显著,这个期间植株快速生长,叶绿素相对含量增加,光合作用加剧,地上部叶片积累更多的光合物质,为青萝卜肉质根的膨大提供充足的营养准备;肉质根膨大期到收获期,叶片开始进入衰老时期,各处理叶绿素相对含量呈现下降趋势。CK 叶绿素相对含量在莲座期之后就呈下降趋势,且叶绿素相对含量明显低于其它处理;肉质根膨大期,叶绿素相对含量在处理 2、处理 3 和处理 4 三者之间没有明显差异;处理 3 和处理 4 之间、处理 1 和处理 2 之间叶绿

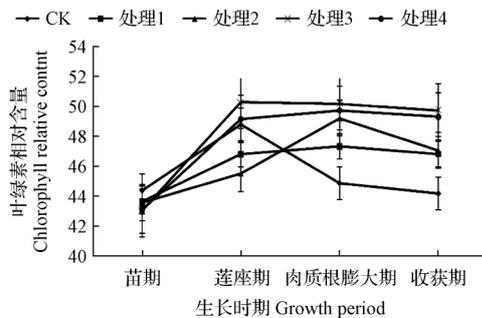


图 1 不同施肥处理对青萝卜叶片叶绿素相对含量的影响

Fig 1 Effects of different fertilizer treatments on the chlorophyll relative content in green radish leaves

素相对含量在收获期均无明显差异,但均显著($P>0.05$)高于 CK。可见处理 3、处理 4 能显著提高青萝卜的叶绿素相对含量,这与在肉质根膨大期增施硫酸钾肥,处理 3 施肥量大以及处理 4 叶面喷施海藻酸肥料有关。虽然处理 3 施肥量加大,提高了青萝卜叶绿素相对含量,但同时也增加了菜农的生产成本,处理 4 施肥量较处理 3 减少 16.67%,但处理 4 的叶绿素含量与处理 3 差异并不明显。

2.3.2 不同施肥处理对青萝卜叶片光合速率的影响

从图 2 可以看出,叶片净光合速率呈现单峰曲线,从苗期到莲座期,叶片净光合速率迅速升高,到莲座期达到峰值,之后净光合速率开始逐渐下降。在青萝卜各个生长期以处理 2 的净光合速率最大,处理 4 次之。苗期净光合速率在各处理之间无明显差异;在莲座期(8 月中旬至下旬)坝上地区白天最高气温 23℃左右,夜间气温 8℃左右,非常适宜青萝卜叶片的生长,因此,各处理叶片净光合速率在此期均达到了最大值,处理 3 和处理 4 的净光合速率较 CK 分别提高了 26.69%和 23.05%。莲座期结束之后,青萝卜的生长由地上部叶片生长为主转入以肉质根膨大为主的生长阶段,这一时期由于地上部生长速度变慢,已有部分叶片出现老化特征,各处理净光合速率下降明显。进入收获期,随着叶片的衰老,叶绿素含量也趋于减少,光合作用强度也随之降低,但处理 3、处理 4 的净光合速率仍然较 CK 分别提高了 16.23%、12.59%。可见,处理 3、处理 4 在青萝卜整个生长期均能保持较高的光合速率,能

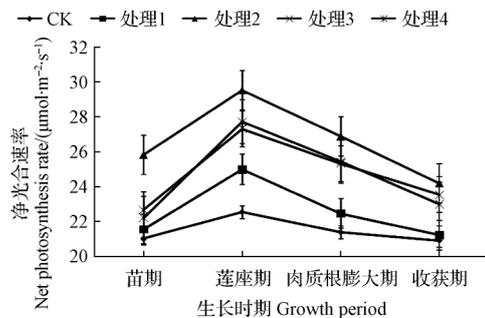


图 2 不同施肥处理对青萝卜叶片净光合速率的影响

Fig 2 Effects of different fertilizer treatments on the Pn of green radish leaves

有效的保证青萝卜光合速率高且持续期长,有助于青萝卜高产。

2.4 不同施肥处理对青萝卜产量和经济效益的影响

由表5可知,各处理生物产量与经济产量表现一致。处理3的经济产量比处理4只增加了2.05个百分点,但二者之间没有明显差异;从经济效益来看,扣除生产中所有投资(包括种子费、

滴灌材料费、化肥、叶面追肥费、水电费、人工费)后,青萝卜价格按当时市场价 $1.8\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$ 计算,处理3、处理4的经济效益较CK分别增加了20.47%和20.31%,处理3的经济效益较处理4仅仅高0.16个百分点,处理4以较少的肥料投入缩小了与处理3的经济效益差距。可见施肥量的多少直接影响青萝卜的产量和最后的经济效益。

表5 不同施肥处理对青萝卜产量和经济效益的影响

Table 5 Effects of different fertilizer treatments on green radish yield and economic benefits

处理 Treatments	生物产量 Biological yield /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	经济产量 Economic output /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	经济效益 Economic benefit /($\text{元}\cdot\text{hm}^{-2}$)	经济产量较CK Compared with CK/%	经济效益较CK Compared with CK/%
对照 CK	79 200b	56 635. 5b	85 788. 9	—	—
处理 1 T1	82 830b	58 533. 0b	90 809. 4	3. 35	5. 85
处理 2 T2	86 130ab	60 771. 0ab	94 462. 8	7. 30	10. 11
处理 3 T3	92 730a	66 709. 5a	103 352. 1	17. 79	20. 47
处理 4 T4	91 080a	65 548. 5a	103 212. 3	15. 74	20. 31

2.5 不同施肥处理对青萝卜品质的影响

由表6可知,青萝卜的品质在不同施肥处理下所受影响程度不同。处理4在所有施肥处理中,其品质指标维生素C、可溶性糖、可溶性蛋白质含量明显高于其它处理,并较CK分别提高了16.20%、27.27%和6.98%;而处理3的品质指标与处理4正好相反,是所有处理中最低的,上述指标较CK分别下降了27.32%、27.27%、

18.60%。亚硝酸盐含量高低是衡量叶类和根类蔬菜品质的一个重要指标,由表6可以看出,处理4显著降低了亚硝酸盐含量,与CK相比,降低了22.58%,而处理3的亚硝酸盐含量不仅没有降低,反而是所有处理中最高的,较CK提高了16.13%。可见处理4显著改善了青萝卜的品质,而处理3则不利于青萝卜品质的改善。

表6 不同施肥处理对青萝卜品质的影响

Table 6 Effects of different fertilizer treatments on quality of green radish

处理 Treatments	维生素C含量 Vitamin C content /($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	可溶性糖含量 Soluble sugar content /($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	亚硝酸盐含量 Nitrite content /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
对照 CK	21. 23a	0. 11b	0. 86b	0. 031 0a
处理 1 T1	19. 59b	0. 10b	0. 80b	0. 029 5b
处理 2 T2	23. 14a	0. 13a	0. 91a	0. 032 8a
处理 3 T3	15. 43c	0. 08c	0. 70c	0. 036 6a
处理 4 T4	24. 67a	0. 14a	0. 92a	0. 024 1c

3 讨论与结论

有研究表明,合理的施肥配比能促进蔬菜的生长发育,增加农艺性状^[15-20]。前人研究

表明^[21-23],海藻含有的活性物质和有效成分多达66种以上,能为蔬菜生长提供所需要的营养元素、氨基酸、维生素和细胞分裂素等,能促进蔬菜根系健壮,提高根系对土壤养分、水分与气体的吸

收和利用,加快养分、水分和光合产物在植株体内的运输,有效提高光合作用效率。海藻肥的主要原料为天然海藻,含有大量从海藻中提取的有利于植物生长发育的天然生物活性物质和海藻从海洋中吸收并富集在体内的矿物质营养元素和大量与微量元素,可满足作物生长各阶段对营养的需求^[24]。该试验结果表明,处理 3、处理 4 的根部生长在整个生长期均较 CK 有显著的提高,二者的地下部干鲜质量均为所有处理中最高的。这说明处理 3 可以促进青萝卜肉质根的生长和干物质积累,这种促进作用是建立在多施肥的基础上的,而处理 4 在比处理 3 少施 16.67%的情况下,同样有利于青萝卜肉质根的生长以及干物质的积累,这可能与处理 4 叶面喷施海藻酸肥料有关,这与齐兴国等^[24]的研究一致。

光合作用是植物生长发育过程中获取营养物质的重要来源,也是积累经济产量及生物产量的来源和基础^[25-27],而叶片中叶绿素含量的多少是反映叶片净光合速率和产量大小的重要指标。该试验结果表明,传统的施肥处理(CK)没有根据青萝卜的营养需求进行施肥,使青萝卜得不到平衡的营养供应,造成叶绿素含量低,光合能力下降,产量下降。施用水溶性肥料和叶面肥料等可以有效改善植物的光合特性^[28-31]。该研究中,在青萝卜生长的关键时期莲座期,与 CK 相比,处理 3 和处理 4 的净光合速率均明显高于 CK,二者在提高青萝卜光合特性方面效果较好,为青萝卜产量及品质的提高奠定了良好的基础。这与前人的研究结果相一致^[32]。

诸多研究表明,不同的施肥量和肥料种类处理对作物产量和品质会产生不同影响^[33-40]。一直以来,许多学者的研究都致力于提高作物产量和改善品质,因为产量和品质是影响菜农生产效益的直接因素。

该研究结果表明,虽然处理 3 的经济产量较 CK 增加了 17.79%,处理 4 经济产量增加率只比处理 3 低 2.05 个百分点,二者在经济产量上没有显著差异,但是用于衡量肉质根品质的维生素 C、可溶性糖及可溶性蛋白质、亚硝酸盐含量等指标,均以处理 4 表现最优,处理 3 表现最差。

从产量上看,处理 4 的经济产量比处理 3 低,二者也没有显著差异,但是处理 3 的品质指标在

所有处理中是最差的,说明处理 3 过高的施肥量只是促进了产量的提高,增加了生产的成本,并导致了产品质量的下降和肥料的累积与浪费,有可能造成土壤环境的污染。综合来看,处理 4 的施肥效果最佳,符合现代农业发展方向,只有合理科学的施肥才能更加有效的提高作物的产量和改善品质,减少土壤污染的几率。可见,在冀西北坝上地区青萝卜生产施肥中,在处理 2 的基础上,叶面再配合喷施海藻酸肥料(处理 4),可明显促进植株对肥料营养元素的吸收利用,提高产量及品质,这与前人研究不同施肥量和喷施海藻酸肥料对作物影响的结果相一致^[41-43],因此,处理 4 的施肥量可以在青萝卜生产中推广应用。

参考文献

- [1] 刘红芳,陈发波,李文博,等.不同肉质颜色萝卜 ANS 基因表达差异分析[J].河南农业科学,2019,48(12):98-102.
- [2] 刘贤娟.青萝卜营养及风味物质积累规律研究[D].泰安:山东农业大学,2009.
- [3] 韩效钊.磷肥与复合肥现状与发展[J].安徽化工,1999(6):13-15.
- [4] 张佳佳,丁文成,艾超,等.优化施肥对青萝卜产量和肥料利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2019,25(2):187-199.
- [5] ZOTARELLI L, DUKES M D, SCHOLBERG J M S, et al. Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling [J]. Agricultural Water Management, 2009, 96: 1247-1258.
- [6] 王雪,时星,孙志梅,等.不同施肥措施对青萝卜生长发育和养分利用的影响[J].河北农业大学学报,2015,38(1):29-34.
- [7] 樊新华,孙振伟,王秋涛,等.氮肥形态和施肥水平对樱桃萝卜产量及品质的影响[J].北方园艺,2011(22):38-40.
- [8] 张晓光,田迎雨,兰富军,等.氮肥用量对白萝卜产量与水分利用效率的影响[J].中国土壤与肥料,2014(1):33-36.
- [9] 阎献芳,肖厚军,彭刚.氮钾硫配方施肥对萝卜产量和硝酸盐含量的影响[J].贵州农业科学,2006(34):43-45.
- [10] 张贵龙,任天志,李志宏,等.施氮量对白萝卜硝酸盐含量和土壤硝态氮淋溶的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(4):877-883.
- [11] 刘建平.不同氮肥及用量对潍县萝卜硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响[J].山东农业科学,2010(11):55-59.
- [12] 阎炬,施卫明.不同施氮量对太湖地区大棚蔬菜产量、氮肥利用率及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(1):151-157.
- [13] 杜连凤,张维理,武淑霞,等.长江三角洲地区不同种植年限保护菜地土壤质量初探[J].植物营养与肥料学报,2006(1):133-137.
- [14] 白宝璋,靳占忠,李存东.植物生理学[M].北京:中国农业

科技出版社,2001.

[15] 李耀霞. 灌水上限和施肥量对温室番茄生长发育、养分利用及土壤环境的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2019.

[16] 王炎. 不同耕作方式及施肥量对甜荞产量的影响[D]. 贵阳:贵州师范大学,2019.

[17] 宋玉飞,李海梅,杨国峰,等. 配方施肥对紫花苜蓿生产性能的影响[J]. 现代农业科技,2017(15):242-243.

[18] 黄春国,郭华杰,韩晓丽. 不同光照强度及施肥种类对矮牡丹生长及种子产量的影响[J]. 山西农业科学,2019,47(12):2149-2154.

[19] 王妍卿,高金权,李争,等. 不同种植密度和施肥量对棉花生长的影响[J]. 天津农林科技,2019(6):14-15.

[20] 叶颖,耿银银,沈宏. 海藻肥中海藻酸测定方法的比较[J]. 磷肥与复肥,2019(12):30-32.

[21] VAID U, MITTAL S, BABU J N, et al. Amido-amine derivative of alginic acid (AmAA) for enhanced adsorption of Pb(II) from aqueous solution[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020(1):499-521.

[22] 丁桔. 海藻酸在番茄育苗中的应用[J]. 浙江农业科学,2020(1):70-71,75.

[23] ALAVI M, RAI M. Recent progress in nanoformulations of silver nanoparticles with cellulose, chitosan, and alginic acid biopolymers for antibacterial applications[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2019(10):8669-8676.

[24] 齐兴国,桑茂鹏. 海藻酸叶面肥在黄瓜中的应用效果研究[J]. 现代农业科技,2018(21):64-65.

[25] 王颖,张德蒙,宋修超,等. 海藻肥对小油菜生长发育的影响[J]. 南方农业,2018(26):27-29.

[26] 王涛,辛世杰,乔卫花,等. 几种微生物菌肥对连作黄瓜生长及土壤理化性状的影响[J]. 中国蔬菜,2011(18):52-57.

[27] 赵英杰,刘建玲,张月博,等. 氮磷钾在冀东春花生上的产量效应研究[J]. 华北农学报,2019,34(4):192-198.

[28] 马瑞萍,刘国一,高雪,等. 不同施肥模式对青稞产量、品质

及土壤环境的影响[J]. 西藏农业科技,2019,41(S1):6-10.

[29] 张海燕,汪海,郑小平,等. 不同配比肥料对“清香”核桃产量及光合特性的影响[J]. 林业科技通讯,2019(8):57-60.

[30] 陈加利,姜喜,张宏,等. 不同水肥处理对核桃光合特性和产量的影响[J]. 新疆农业科学,2015,52(11):2043-2050.

[31] 卢维宏,张乃明,张丽,等. 增效肥料对设施栽培小白菜生长及土壤酶活性的影响[J]. 南方农业学报,2019(9):2022-2028.

[32] 赵全勇,李冬杰,孙红星,等. 再生水灌溉对土壤质量影响研究综述[J]. 节水灌溉,2017(1):53-58.

[33] 方玉川,高青青,汪奎,等. 不同灌溉施肥方法对榆林沙地马铃薯产量和品质的影响[J]. 农业科技通讯,2020(1):93-96.

[34] 王文放,孙亚萍,李占文,等. 氮磷钾配方施肥对灵武长枣果实品质和产量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):195-202.

[35] 赵萍萍,王宏庭,于志勇,等. 养分专家推荐施肥对山西小麦产量、效益及养分利用效率的影响[J]. 山西农业科学,2019,47(12):2125-2130.

[36] 何翠,曾旭,金鑫,等. 有机肥与化肥施加大对大头菜产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2020,48(1):167-169.

[37] 冯守疆,赵连芝,刘占鑫,等. 氮磷钾与有机肥施加大对谷子产量和品质的影响[J]. 甘肃农业科技,2019(12):28-30.

[38] 赵书岗,高仪,高晰宇,等. 不同施肥处理对“清香”核桃产量和品质的影响[J]. 北方园艺,2019(23):42-47.

[39] 谭博,曹晓艳,刘怀峰,等. 不同施肥方式对全球红葡萄光合日变化及品质的影响[J]. 新疆农业科学,2014,51(3):410-416.

[40] 付志昂,李向峰. 有机肥施加大对夏黑葡萄生长及品质的影响[J]. 林业科技情报,2019,51(3):22-24.

[41] 王丹丹,齐连芬,张庆银,等. 日光温室不同施肥量对番茄果实品质的影响[J]. 河北农业大学学报,2019,42(3):71-75,87.

[42] 王永俊. 不同生育时期叶面喷施海藻酸钠寡糖对小麦产量和品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019.

[43] 于会丽,司鹏,邵微,等. 海藻酸水溶肥对梨树生长与果实产量及品质的影响[J]. 果树学报,2019,36(5):603-611.

Effects of Different Fertilization Treatments on Yield and Quality of Green Radish

ZHANG Junhua, LIU Meng, SUN Guoqing, FAN Yue, WANG Dengyan, HUANG Wei

(College of Agriculture and Forestry Science and Technology, Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000)

Abstract: Taking the green radish variety ‘Green Jade’ as experimental material, field test method was used. The indicators such as length and diameter of fleshy roots, photosynthetic characteristics, yield, quality, and economic benefit of green radish at different periods were studied, in order to determine the optimum fertilization rate for green radish production in the northwest region of Hebei Province. The results showed that all fertilization treatments could promote the growth of green radish root, but it worked better with T3 and T4. At harvest time, the fresh weight of roots in T3 and T4 was significantly higher than that in CK, their dry weights of root increased by 25.67% and 24.75%,

compared with CK, respectively. The chlorophyll content of T3 and T4 increased by 12.64% and 11.68%, the net photosynthetic rate of T3 and T4 increased by 16.23% and 12.59%, compared with CK, respectively. There was no significant difference between the two treatments. The biological yield, the economic yield and economic benefit of T4 increased by 15.00%, 15.74% and 20.31%, respectively, compared with CK. The contents of vitamin C, soluble sugar and soluble protein in T4 increased by 16.20%, 27.27% and 6.98%, compared with CK, respectively, its content of nitrite was 22.26% lower than that of CK. The economic yield and economic benefit of T3 was slightly higher than that of T4, there were no significant difference between them. In conclusion, in the production of green radish in the northwest region of Hebei Province, the T4 could achieve the goal to promote green radish growth, enhance photosynthesis, increase the yield and economic benefit, improve green radish quality. Therefore, T4 was a suitable fertilization scheme for green radish grown in the northwest region of Hebei Province.

Keywords: northwest region of Hebei Province; green radish; fertilization; fleshy root character; photosynthesis characteristics; yield; quality

欢迎订阅 2021 年《北方园艺》

中文核心期刊(1992—2020)

中国农业核心期刊

美国化学文摘社(CAS)收录期刊

2015、2016、2018 年期刊数字影响力 100 强

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管,黑龙江省农业科学院主办的园艺类综合性学术期刊。创刊以来,《北方园艺》始终与时代同频,策划新栏目,报道行业热点,不断推出具有创新价值、学术价值和实用价值的科研成果,在全国园艺类核心期刊中排名第三;在新时代背景下,《北方园艺》积极推动传统媒体与新兴媒体的融合发展,探索新型出版模式,设有专属投稿网站和微信公众号,学术传播力不断提升。

为增加文章的可读性和更好的体现研究成果,本刊增加了内文和封二新品种彩版宣传;作者也可将团队试验成果以音视频形式在本刊微信公众号传播,具体事宜联系编辑部。

栏目设置:研究论文、研究简报、设施园艺、园林花卉、资源环境生态、贮藏加工检测、中草药、食用菌、专题综述、产业论坛、农业信息技术、农业经济、农业经纬、实用技术、新品种(彩版封二)。

国际标准刊号:ISSN 1001-0009 国内统一刊号:CN 23-1247/S 邮发代号:14-150

半月刊 每月 15、30 日出版 单价:35.00 元 全年:840.00 元

全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。

投稿网址:www.haasep.cn

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编:150086

电话:0451-86694145

信箱:bfiybjb@vip.163.com

