



王建伟,汤宏,贺晓岚,等.不同施肥处理对潍县青萝卜产量及品质的影响[J].黑龙江农业科学,2022(1):24-29,33.

不同施肥处理对潍县青萝卜产量及品质的影响

王建伟¹,汤 宏¹,贺晓岚¹,杨细稳¹,杨 萍¹,蒲德富²

(1.凯里学院,贵州 凯里 556011;2.贵州溢丰惠民科技有限公司,贵州 天柱 556600)

摘要:为了促进潍县青萝卜的优质高产,本研究采用盆栽试验探讨了不施肥、施化肥、施化肥+有机肥、施有机肥4个处理对潍县青萝卜产量、品质和抗逆性的影响。结果表明:施肥能显著增加萝卜叶重、根重、总生物量、萝卜长度、直径、蛋白质含量和可溶性糖含量,同时降低了萝卜的经济系数、粗纤维含量、维生素C含量、蔗糖含量和丙二醛含量。其中根重、总生物量、萝卜长度、直径、蛋白质含量和可溶性糖含量均以施有机肥增加幅度最大,而萝卜粗纤维含量、维生素C含量、蔗糖含量、有机酸含量和丙二醛含量以施有机肥降低幅度最大。施化肥或有机肥均较对照提高了萝卜的长径比,化肥与有机肥配施则降低了萝卜的长径比。合理施肥能提高萝卜产量和品质,其中以施有机肥最优,生产中可以施用有机肥代替化肥,不仅能提高萝卜产量,改善萝卜的营养和风味品质,还能提高萝卜的抗逆性。

关键词:有机肥;潍县青萝卜;风味;抗逆性;营养品质

萝卜(*Raphanus sativus* L.)是十字花科萝卜属二年或一年生草本植物,又称莱菔,属于根菜类蔬菜。萝卜能增强机体免疫功能、除体内热毒、顺气、助消化,还因含有矿物质、氨基酸、果糖、粗纤维、葡萄糖、维生素C、蔗糖和少量粗蛋白质,具有食用和药用价值。我国萝卜产业已经走在世界的前沿,作为萝卜的净出口国,出口量一直保持着快速增长,但是我国的萝卜市场缺少品质好的高端萝卜,也没有形成优质优价的市场,因此要发展萝卜产业必须提高其品质。我国的青萝卜主要产自山东和天津,山东的青萝卜生产以潍坊为主。潍县青萝卜是山东省著名优质萝卜品种,萝卜深绿色,长圆柱形的肉质根,高28~30 cm,直径5.0~5.5 cm,单根质量550~700 g,尾端圆形,尾根细,具有产量高、口感好、易于栽培等优点,极具经济价值^[1]。潍县青萝卜是山东省名特优蔬菜之一,不仅在省内各大城市销售,还远销国外。它具有独特的优良品质、较高的生产效益,所以市场前景很可观^[2]。李贞霞等^[3]研究了10个萝卜品种主要营养成分,其中潍县萝卜口感比较好、综合营养价值比较高。

研究证明,合理施肥能促进农作物增产和改

善农作物品质。近年来为增加作物的产量,不科学的施肥现象普遍存在,尤其是化肥用量过多后,致使土壤中化肥的实际使用率不足40%^[4]。由于化肥的长期大量使用,近年来出现了土壤质量下降和生态平衡系统遭到破坏等许多问题,比如土壤板结、酸化、土壤污染、土壤重金属与有毒元素累积、土壤硝酸盐积累、土壤微生物活动降低,农产品品质下降等。同时也造成许多水体氮磷严重污染,使水体呈富营养化^[5-6]。目前,欧美等发达国家提倡以提高农作物品质和保护生态环境为主要目的的施肥措施。用有机肥代替一部分化肥是提高作物产量及品质的有效途径之一。有机肥含有许多微生物能增加土壤含氧量,含有丰富的有机物质,能够改良土壤肥力、改善土壤板结、提高肥料利用率和增加作物产量等^[7]。

已有研究表明,施用有机肥可以使萝卜产量增加^[8]。有机肥具备调整土壤养分平衡的作用、能有效控制土壤的酸化程度、提高土壤的肥力水平,还可以改善农产品品质^[9-10]。Khatri等^[11]研究表明有机肥对萝卜的生长发育有显著促进作用。李益洋等^[12]研究表明有机肥能促进萝卜韧皮部汁液中营养物质的运输从而提高萝卜产量,提高萝卜中维生素C和可溶性糖含量。李银平等^[13]研究表明相对于对照生物有机肥能显著提高樱桃萝卜的产量和品质。马江燕等^[14]研究表明有机无机肥料配施显著增加了萝卜体内维生素C和可溶性糖的含量。总之,有机肥能够提高萝卜产量,改善萝卜的营养品质。

收稿日期:2021-09-07

基金项目:贵州省科技支撑计划(黔科合支撑[2017]2522);贵州省科技计划(黔科合基础[2017]1167);凯里学院博士专项(BS201506)。

第一作者:王建伟(1982—),男,博士,副教授,从事植物营养与调控方面研究。E-mail:agan1982@126.com。

通信作者:汤宏(1974—),男,博士,教授,从事土壤肥力及土壤化学与生态环境研究。E-mail:13077315255@126.com。

丙二醛是细胞膜脂过氧化的产物,细胞膜被破坏的程度用其含量的多少来衡量,可以反映植物的抗逆性。施用有机肥后,辣椒体内的丙二醛含量有显著下降趋势^[15]。总之施用有机肥不仅可以提高作物产量和品质,而且能增强作物的抗逆性。

关于有机肥代替化肥对潍县青萝卜的产量、营养、风味和抗逆性的影响研究鲜见报道,因此,本试验通过盆栽试验研究不同施肥处理对青萝卜产量指标、蔗糖、蛋白质、维生素 C、有机酸、粗纤维、可溶性糖、丙二醛含量的影响,从而明确有机肥替代化肥对萝卜产量、风味和抗逆性的影响,以期为潍县青萝卜合理施用有机肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2018 年在凯里学院实验基地进行,试验地海拔 689 m,位于 26°31'N,107°53'E,属亚热带湿润季风气候,每年平均气温 16.2℃,最高气温可达 37℃,最低气温-4~7℃,年均降水量 1 240 mm,年均日照时数 1 290 h,无霜期 280 d 以上。

1.2 材料

供试品种为潍县青萝卜。土壤采集自凯里学院实验基地。供试有机肥为腐熟的牛粪,采集自凯里市炉山镇新堡村大寨组。氮肥用尿素(含 N 量为 46%),钾肥用硫酸钾(K₂O 含量为 50%),磷肥用普钙(P₂O₅ 含量为 15%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用盆栽试验,设 4 个处理(表 1):不施肥对照(CK)、施化肥、施 50%化肥+50%有机肥、施有机肥,每个处理 1 盆,4 次重复。除对照外,氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)的用量分别为每 1 kg 土壤中施 0.75,0.30 和 1.13 g,施用的氮、磷、钾肥分别为尿素、普钙、硫酸钾,对应的 N、P₂O₅、K₂O 含量为 46%、16%、50%,有机肥为牛粪,N、P₂O₅、K₂O 含量分别为 0.32%、0.25%、0.15%。对照不施任何肥料,施化肥处理所有的养分来源于化肥,化肥有机肥配施处理 P₂O₅ 的 50%来源于牛粪,剩余的 N、P₂O₅、K₂O 来源于化肥;有机肥处理所有 P₂O₅ 来源牛粪提供,剩余的 N、K₂O 由化肥提供。所有处理的磷肥及有机肥以基肥形式一次性施入,氮肥和钾肥 50%以基肥形式于播前施入,剩余 50%在播种后 45 d 作追肥施入。

盆栽采用直径为 30 cm,高 28 cm 的花盆,土壤过 5 mm 的筛子,每盆装入 10 kg 的土,在装入花盆之前将基肥和土壤混合均匀。装入花盆后浇足水,每盆均匀播 10 颗萝卜种子,然后再覆盖 5 mm 的过筛土壤。出苗后 15 d 间苗,每盆留苗 3 棵。期间按照常规进行水管理。播种 100 d 后萝卜到采收期,采收萝卜进行形态指标(萝卜茎长度、质量、直径、萝卜叶重)和蔗糖、蛋白质、维生素 C、有机酸、粗纤维、可溶性糖、丙二醛含量测定。

表 1 不同处理施肥量

处理	N/ (g·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ / (g·kg ⁻¹)	K ₂ O/ (g·kg ⁻¹)	牛粪/ (g·kg ⁻¹)	尿素/ (g·盆 ⁻¹)	普钙/ (g·盆 ⁻¹)	硫酸钾/ (g·盆 ⁻¹)	牛粪/ (g·盆 ⁻¹)
不施肥(CK)	0	0	0	0	0	0	0	0
化肥	0.59	0.22	0.90	0	16.30	18.75	22.60	0
50%化肥+50%有机肥	0.29	0.11	0.45	48.00	12.13	9.38	20.80	600.00
有机肥	0	0	0	96.00	7.96	0	19.00	1200.00

1.3.2 测定项目及方法 用电子天平称萝卜叶重、肉质根重,游标卡尺测量肉质根长、直径。采用酸碱消煮法称量粗纤维含量。采用考马斯亮蓝法测定蛋白质含量;2,6-二氯酚酚染料滴定法测定维生素 C 含量;用滴定法测定有机酸含量。采用双组分分光光度法测定丙二醛(MDA)及蔗糖含量,采用蒽酮比色法测定可溶性糖的含量^[16]。

1.3.3 数据分析 数据用 Excel 2007 整理后,再用 SAS 8.1 进行方差分析及多重比较(LSD 法),用 Origin 2019 作图。

2 结果与分析

2.1 施肥对青萝卜产量和形态指标的影响

2.1.1 产量指标 施肥处理的叶重均显著高于对照(图 1A),化肥与有机肥配施处理的萝卜叶重

最大,达到了 81.48 g,显著高于其他处理,比对照增加了 754%;其次为施有机肥处理,萝卜叶重比对照增加了 565%。施肥处理的萝卜根重均显著高于对照,萝卜根重大小顺序为有机肥>化肥与有机肥配施>化肥>对照,各处理间差异显著(图 1B),其中有有机肥处理根重较对照增加了 406%。施肥处理的萝卜总生物量显著高于对照,施有机肥的萝卜总生物量最大,其次为化肥与有

机肥配施处理,二者均显著高于施化肥处理,比对照增加了 439%和 415%(图 1C)。施肥处理降低了萝卜的经济系数,对照的经济系数最大(0.78),显著高于化肥与有机肥配施及化肥处理,化肥与有机肥配施处理经济系数降低幅度最大,较对照降低了 18%,化肥处理次之,较对照降低了 13%,有机肥的降低幅度最小,较对照降低了 6%(图 1D)。

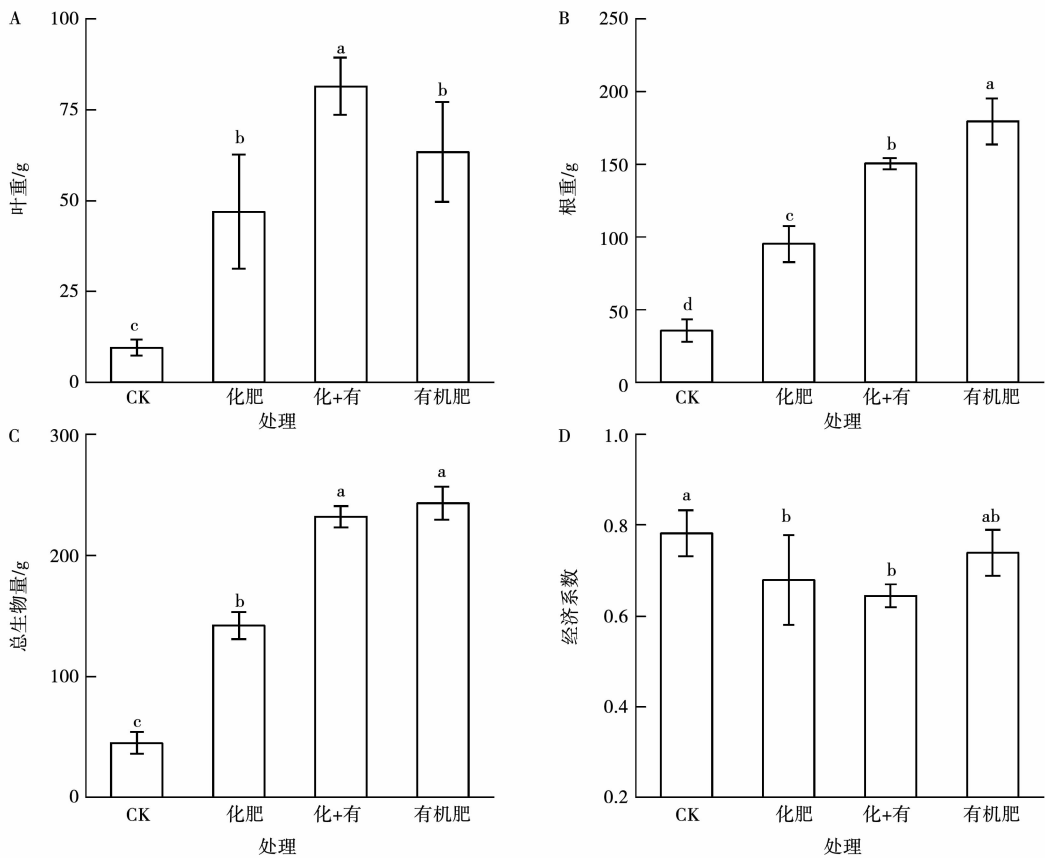


图 1 施肥对青萝卜产量指标的影响

注:不同字母表示处理间存在显著差异($P\leq 0.05$)。下同。

2.1.2 形态指标 施肥处理的萝卜根长度均显著高于对照(图 2A),其中施有机肥的萝卜根长度最长,达到了 19.78 cm,显著高于其他处理,比对照增加了 87%;其次为化肥处理,比对照增加了 51%。施肥处理的萝卜根直径均显著高于对照,有机肥处理的萝卜根直径最大,比对照增加了 78%,其次为化肥与有机肥配施,比对照增加 77%,二者显著高于化肥处理(图 2B)。化肥处理的萝卜根长径比最高,其次为有机肥处理,二者显

著高于化肥与有机肥配施处理(图 2C)。 总之,施肥处理能显著增加萝卜叶重、根重和生物量,有机肥对根重和总生物量增加幅度最大,化肥的增加幅度最小。对于叶重,化肥与有机肥配施增加幅度最大,化肥增加幅度最小。而施肥处理均降低了萝卜的经济系数,说明施肥对地上部的促进作用更大。施肥处理增加了萝卜根的长度和直径,其中根长度以有机肥增加幅度最大,单施化肥和化肥与有机肥配施增加幅度相近。施化

肥或有机肥提高了萝卜根的长径比,而化肥与有机肥配施则降低了萝卜根的长径比。说明施肥同

时增加了萝卜根的长度和直径,但是单施化肥或有机肥对萝卜根长的促进作用更大。

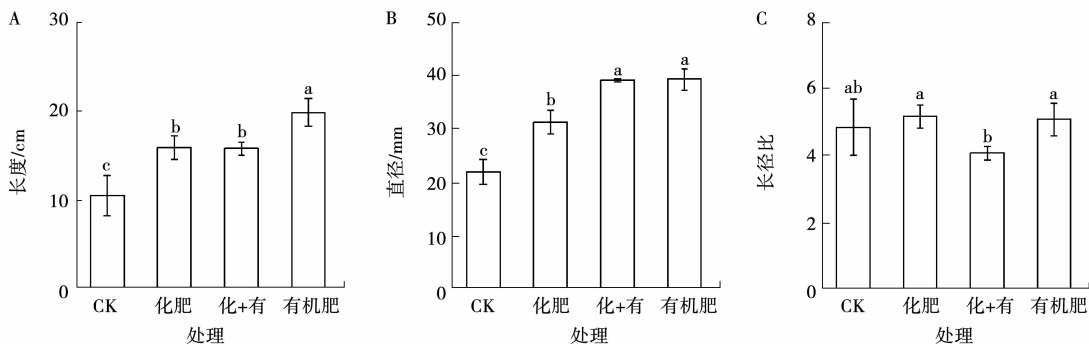


图2 施肥对青萝卜形态指标的影响

2.2 施肥对青萝卜营养品质的影响

施肥处理能显著降低萝卜粗纤维含量,有机肥处理的萝卜粗纤维含量最低(1.04%),较对照降低了49%(图3A),显著低于化肥与有机肥配施和对照处理,其次为化肥及化肥与有机肥配施处理,三者均显著低于对照。有机肥处理的萝卜蛋白质含量最高(0.062 mg·g⁻¹),较对照提高了43%(图3B),显著高于化肥与有机肥配施和对照,

其次为化肥处理。与对照相比,施肥处理显著降低了萝卜的维生素C含量,其中以施有机肥降低幅度最大(43%),化肥与有机肥配施,降低幅度最小,仅降低了21%(图3C)。

总之,施肥提高了潍县青萝卜蛋白质含量,降低了潍县青萝卜维生素C和粗纤维含量。总体来看施肥提高了萝卜的营养品质,尤其以施有机肥效果最好。

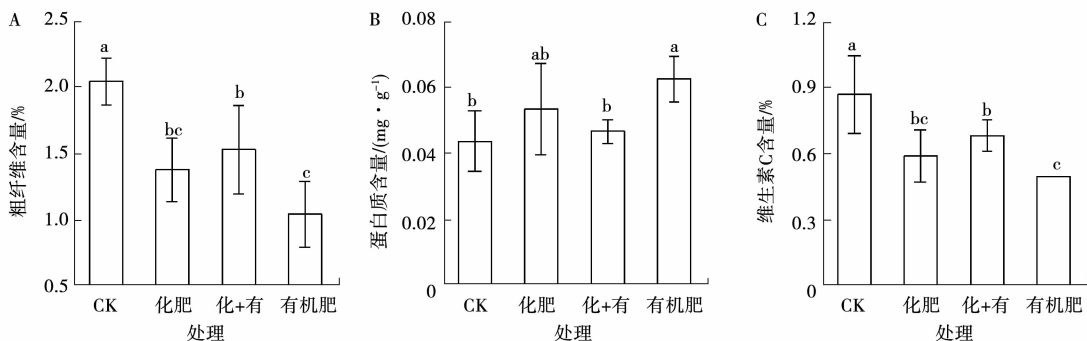


图3 施肥对青萝卜营养品质的影响

2.3 施肥对青萝卜风味品质的影响

对照处理萝卜的蔗糖含量为6.34 mg·g⁻¹,施肥处理显著降低了萝卜的蔗糖含量,其中以有机肥降低幅度最大,比对照降低25%,化肥降低幅度最小,比对照降低了17%(图4A)。与对照相比,施化肥及化肥与有机肥配施处理增加了萝卜的有机酸含量,其中以配施处理增加幅度最大(25%),施有机肥显著降低了有机酸含量,降低幅度为50%(图4B)。施有机肥对有机酸的降低幅度比对蔗糖的降低幅度大,表明施有机肥能改

善萝卜的风味品质。

2.4 施肥对青萝卜抗逆性的影响

与对照相比,施肥能显著增加萝卜的可溶性糖含量,其中以施有机肥增加幅度最大,增加了32.3%,而施化肥增加幅度最小,增加了24.4%(图5A)。与对照相比,施肥处理降低了萝卜的丙二醛含量,其中以有机肥降低幅度最大,降低了45%,化肥与有机肥配施降低幅度最小,仅降低1%,但各处理间丙二醛含量差异未达到显著水平(图5B)。由此可见,施肥增加了萝卜的抗逆性,以施有机肥的效果最好。

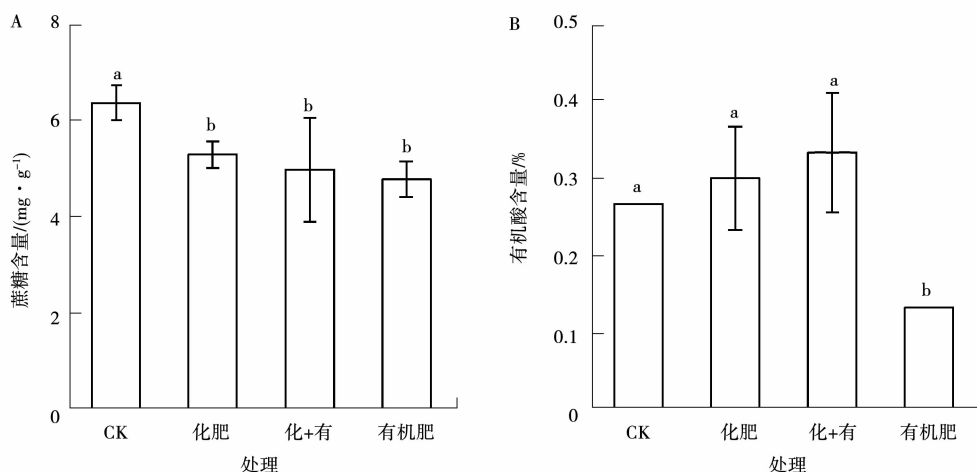


图 4 施肥对青萝卜风味品质的影响

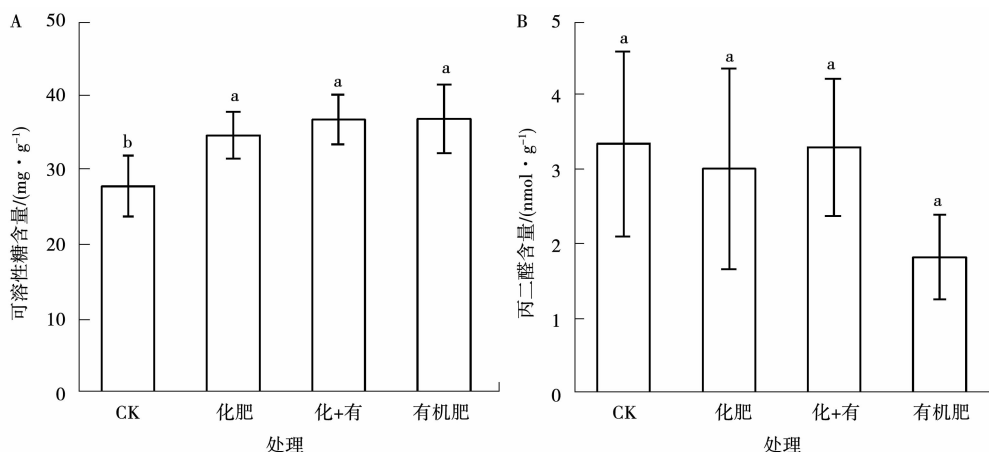


图 5 施肥对青萝卜抗逆性的影响

3 讨论

本试验表明有机肥显著增加了青萝卜产量。这是因为有机肥中的有机质在降解过程中释放多种养分,可以给植物提供全面的养分,同时有机肥不易流失,肥效持久。另外,有机肥能够改善土壤理化性状,促进团粒结构的形成,降低土壤密度,有利于萝卜肉质根的膨大。本研究中有有机肥对萝卜产量增加幅度最大,这与 Wang 等^[17]的研究结果不一致,他的研究表明有机肥和化肥配施萝卜产量最高,可能的原因是供试土壤基础肥力和肥料用量不同导致试验结果出现差异。其中施用有机肥的潍县青萝卜除叶重外,根重、萝卜直径、根长等指标显著提高,有机肥对三者提高的幅度最大,这与 Umar 等^[18]的研究结果一致,说明有机肥提供的营养元素,促进了作物生长。

蛋白质是衡量蔬菜营养品质的重要指标,施用有机肥显著提高了潍县青萝卜的蛋白质含量,

这与 Wang 等^[17]的研究结果一致。可能的原因是增施有机肥提高了硝态氮供应量从而提高硝酸还原酶的活性,而硝酸还原酶的活性与植物体的蛋白质含量呈正相关^[19]。维生素 C 是人体不可或缺的营养物质,本研究表明施用有机肥显著降低了潍县青萝卜的维生素 C 含量,这可能是因为有机肥对萝卜产量增加而引起的稀释效应。但是与施化肥相比,施用有机肥提高了潍县青萝卜的维生素 C 含量,这一结果与吴春森等^[16]在梨枣上的研究结果一致。

粗纤维是衡量萝卜口感的重要生理指标,同时也是影响萝卜营养品质的关键因素,过多的粗纤维严重影响萝卜的口感而降低萝卜的品质。与对照相比,施用有机肥显著降低了萝卜的粗纤维含量,这与 Liao 等^[20]的研究结果一致。可能的原因是有机肥能在一定程度上提高作物的抗逆性,降低逆境对蔬菜的伤害,从而减少蔬菜的木质化和纤维化,降低粗纤维的含量^[21]。

研究表明施用有机肥显著降低了萝卜根中的有机酸含量,这与武淑霞等^[22]在芹菜和生菜上的研究结果一致,可能是因为萝卜产量的增加使体内的酸发生稀释效应的结果。有机肥处理萝卜的蔗糖含量最低且与对照处理有显著差异,说明有机肥处理并没有提高蔗糖含量,与许树宁等^[23]的研究结果不一致,造成这样的原因可能是因为研究的作物种类不一致,他们的研究材料是甘蔗,甘蔗可食用部分是茎,而萝卜是根,研究部位差异可能得到的结果也不一样。

丙二醛是细胞膜脂过氧化作用的一种产物,它的含量能够在一定程度上反映植物的抗逆性。研究表明,施肥能有效降低萝卜中的丙二醛含量,施用有机肥降低的幅度最大,说明有机肥和化肥能够提高植物的抵抗能力,有机肥更能增强植物的抗逆性,这与张建等^[15]研究结果一致。可溶性糖是植物进行渗透调节的方式之一,其含量的多少可以反映植物的抗逆性,含量越高,抗逆性越强。研究表明,与对照相比,施肥能够显著提高萝卜体内的可溶性糖含量,其中有机肥对可溶性糖含量的提高幅度最大。这与马江燕^[14]的研究结果一致,这说明有机肥能够提供丰富的营养,改善土壤特性,促进作物生长,增强其抗逆性。

4 结论

合理施肥能提高萝卜产量和品质,其中以有机肥最优,生产中可以施用有机肥代替化肥,不仅能提高萝卜产量,改善萝卜的营养和风味品质,还能提高萝卜的抗逆性。

参考文献:

- [1] 辛锡桐,郑以宏,袁永胜,等. 潍县萝卜优质栽培及冷库贮藏保鲜技术[J]. 中国蔬菜,2016(10):98-101.
- [2] 李媛媛,王冰林. 地方特产潍县萝卜研究现状与前景展望[J]. 河北农业科学,2010,14(5):24-25,55.
- [3] 李贞霞,孙丽,肖艳,等. 10 个萝卜品种主要营养成分的测定与评价[J]. 贵州农业科学,2014,42(3):18-22.
- [4] ZHANG H J, HE P, DING W, et al. Identifying the critical nitrogen fertilizer rate for optimum yield and minimum nitrate leaching in a typical field radish cropping system in China[J]. Environmental Pollution, 2021, 268: 115004.
- [5] HUANG J, XU C, RIDOUTT B G, et al. Nitrogen and phosphorus losses and eutrophication potential associated with fertilizer application to cropland in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 159: 171-179.
- [6] MINAKOVA E A, SHLICHKOV A P, ARININA A V. Approaches to management of anthropogenic eutrophication caused by loading from mineral fertilizers[J]. IOP Confer-

- ence Series: Earth and Environmental Science, 2019, 272 (3): 32006.
- [7] 刘文秀,刘文宝. 有机肥料对改良土壤的作用[J]. 吉林农业, 2003(9): 24-25.
- [8] SUBEDI S, SRIVASTAVA A, SHARMA M D, et al. Effect of organic and inorganic nutrient sources on growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.) varieties in Chitwan, Nepal [J]. SAARC Journal of Agriculture, 2018, 16(1): 61-69.
- [9] 江春,黄菁华,李修强,等. 长期施用有机肥对红壤旱地土壤线虫群落的影响[J]. 土壤学报, 2011, 48(6): 1235-1241.
- [10] 孟红旗,吕家珑,徐明岗,等. 有机肥的碱度及其减缓土壤酸化的机制[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(5): 1153-1160.
- [11] KHATRI K B, OJHA R B, PANDE K R, et al. The effects of different sources of organic manures in growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) [J]. International Journal of Applied Sciences and Biotechnology, 2019, 7(1): 39-42.
- [12] 李益洋,谢桂先,姜利红,等. 猪粪型有机肥对萝卜韧皮部汁液组分与品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2012(7): 65-67.
- [13] 李银平,王进,于源,等. 浒苔生物有机肥的制备及其对樱桃萝卜品质影响的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(24): 120-124.
- [14] 马江燕. 不同有机肥配施对潍县萝卜产量及品质的影响[J]. 山东农业科学, 2010, 28(12): 74-76.
- [15] 张建,许锦鹏,蒋细旺. 养殖废弃物生物有机肥对辣椒抗寒性的影响[J]. 长江蔬菜, 2015(6): 48-53.
- [16] 吴春森,王敏,徐福利,等. 有机与无机肥料对山地梨枣品质的影响[J]. 北方园艺, 2010(21): 5-9.
- [17] WANG H P, ZHANG Q, WENG B Q, et al. Effect of different fertilizer on accumulation, distribution and assimilation of nitrate in radish[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(2): 148-154.
- [18] UMAR U M, IBRAHIM I, IRO, et al. Growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by different levels of Kalli organic fertilizer on the Jos Plateau[J]. Asian Journal of Research in Crop Science, 2019, 4: 1-8.
- [19] 赵明,蔡葵,赵征宇,等. 不同有机肥料中氮素的矿化特性研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(S1): 146-149.
- [20] LIAO Y, RONG X, ZHENG S, et al. Influences of nitrogen fertilizer application rates on radish yield, nutrition quality, and nitrogen recovery efficiency[J]. Frontiers of Agriculture in China, 2009, 3(2): 146-154.
- [21] 黄凯丰,陈庆富,江解增. 重金属镉、铅单一及复合胁迫对茭白膳食纤维含量的影响[J]. 长江蔬菜, 2009(10): 18-20.
- [22] 武淑霞,张中林,金维续. 利用无土栽培研究不同肥料对蔬菜产量与品质的影响[J]. 华北农学报, 2004, 17(1): 97-101.
- [23] 许树宁,陈引芝,农定产,等. 生态有机肥不同施用方法对甘蔗产量及蔗糖分的影响[J]. 中国糖料, 2013(1): 9-11.

(下转第 33 页)

- [7] 梁晓燕. 巴丹吉林沙漠湖泊区暖岛效应研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [8] 吴楠, 邹海波, 占龙飞. 鄱阳湖地区夏季气温日变化特征及其成因[J]. 气象与减灾研究, 2019, 42(4): 270-276.
- [9] 刘笑. 农业气象灾害和气温降水对华北平原粮食产量的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [10] 高红燕, 浩宇, 王丹, 等. 西安气温日变化特征的城郊差异[J]. 中国农学通报, 2017, 33(14): 100-108.
- [11] 许彦平, 姚晓红, 刘晓强, 等. 基于梨树产量损失的气象灾害评估研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(31): 23-27.
- [12] 赵恒和, 郭连云, 赵年武, 等. 共和盆地界限温度初终日 and 积温对气候变化的响应[J]. 水土保持研究, 2012, 19(4): 207-211.
- [13] ROBERT K K, HEIKKI K, MICHAEL L M, et al. Reconciling anthropogenic climate change with observed temperature 1998—2008[J]. PNAS, 2011, 108: 11790-11793.

Analysis on the Variation Trend of Temperature at the Beginning Date in Linqing City in Recent 60 Years

FENG Xiao-yu^{1,2}, LI Nan³, PANG Yong-yan¹, WANG Tan-shuai³

(1. Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Mitigation of Shandong, Jinan 250000, China; 2. Linqing Meteorological Bureau, Linqing 252600, China; 3. Liaocheng Meteorological Bureau, Liaocheng 252000, China)

Abstract: In order to fully understand the local thermal resources, to improve the level of meteorological service for grassroots agricultural production, the study used the daily average temperature data of Linqing meteorological station for 60 years from 1961 to 2020, and applied statistical analysis methods to analyze the characteristics of the first diurnal sequence of temperatures ≥ 0 , ≥ 3 , ≥ 5 , ≥ 7 and ≥ 10 °C in Linqing City. The results showed that in the past 60 years, although the linear trend of temperature ≥ 0 , ≥ 3 , ≥ 5 , ≥ 7 and ≥ 10 °C in Linqing City is relatively flat, they all show an earlier trend. It indicates that the temperature in Linqing City is gradually rising, which is in line with the global warming environment. With a 10-year cycle, the first day of temperature change from 2011 to 2020 has a more obvious trend in advance. Among the changes of the 20-year cycle, the first day of temperature from 1981 to 2000 has a more obvious trend in advance. Therefore, the overall temperature change in Linqing City in the past 60 years has shown an increasing trend, but the change is relatively gentle.

Keywords: Linqing City; first day sequence; temperature rising

(上接第 29 页)

Effects of Different Fertilization Treatments on the Yield and Quality of Weixian Green Radis(*Raphanus sativus* L.)

WANG Jian-wei¹, TANG Hong¹, HE Xiao-lan¹, YANG Xi-wen¹, YANG Ping¹, PU De-fu²

(1. Kaili University, Kaili 556011, China; 2. Guizhou Yifeng Huimin Technology Limited Company, Tianzhu 556600, China)

Abstract: In order to promote high quality and high yield of Weixian green radish, a pot experiment was conducted to explore the effects of four treatments: no fertilizer, chemical fertilizer, chemical fertilizer + organic fertilizer, and organic fertilizer on the yield, quality and stress resistance of Weixian green radish. The results showed that fertilization significantly increased the leaf weight, root weight, total biomass, radish length, diameter, protein content and soluble sugar content, and decreased the economic coefficient, crude fiber content, vitamin C content, sucrose content and malondialdehyde content of radish. The root weight, total biomass, radish length, diameter, protein content and soluble sugar content increased the most by organic fertilizer application, while the crude fiber content, vitamin C content, sucrose content, organic acid content and malondialdehyde content decreased the most by organic fertilizer application. The application of chemical fertilizer or organic fertilizer increased the length diameter ratio of radish compared with the control, and the combined application of chemical fertilizer and organic fertilizer decreased the length diameter ratio of radish. Rational fertilization can improve the yield and quality of radish, and organic fertilizer application perform best. Organic fertilizer can be applied instead of chemical fertilizer in production, which can not only improve the yield of radish, improve the nutrition and flavor quality of radish, but also improve the stress resistance of radish.

Keywords: organic fertilizer; Weixian green radish; flavor; stress resistance; nutritional quality