



宋鹏慧,吕涛,张静华,等.不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):57-61.

不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响

宋鹏慧¹,吕涛²,张静华¹,张鵬¹,李鹏举¹,武新娟¹,孙晓东²,刘翠翠²

(1.黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028;2.黑龙江省农业技术推广站,黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:为培育优质草莓子苗,促进草莓增产,本研究对供试草莓品种“爱莎”进行不同时间的断根处理,试验共设4个处理,分别为8月5日(T1)、8月15日(T2)、8月25日(T3)和9月5日(T4),不断根处理为对照(CK),研究断根处理后草莓植株C、N含量及其比值的变化趋势以及不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响。结果表明:草莓植株C、N含量分别在断根处理的第7天和第14天最低,随后上升;C/N比值在断根后第14天最高,随后下降;C、N含量和C/N比值均在断根后28 d恢复到断根之前的水平。T1处理的茎粗最大,其次为T2和T3处理。CK的株高最大,其次为T1和T2,T3处理的株高最小。T3处理的叶面积最大,其次为T4处理。T3处理的地上部鲜重和地下部鲜重及根冠比最大,其次为T4处理。T3草莓的物候期均较其他处理和CK提前,其次为T4,而T1和T2与CK物候期较接近。8月25日(T3)和9月5日(T4)进行断根处理的“爱莎”草莓苗,花序较整齐,产量显著提高,但果实中可溶性固形物含量、可滴定酸含量和固酸比等品质性状无明显变化。

关键词:断根;子苗质量;开花结果

在草莓生产中,定植苗木的质量是决定草莓产量的主要因素之一。草莓的育苗阶段采取断根措施,可以有效地促进草莓子苗根系生长,达到壮

根壮苗的目的。通过断根措施还可以促进花芽分化,其原因是草莓断根后,切断了部分侧根,也切去了不少根毛,根系对氮肥的吸收受到制约,使植株体内氮素水平降低,C/N比值增大,使草莓苗由营养生长转向生殖生长,提前花芽分化^[1-3]。近年来国内许多专家学者也进行了一些相关研究,表明断根可以提高C/N比,促进花芽分化^[4-5],但尚未明确指出断根后草莓植株C、N含量及其比

收稿日期:2021-09-06

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX11);黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA19B102)。

第一作者:宋鹏慧(1988—),女,硕士,助理研究员,从事草莓育种及栽培生理研究。E-mail:345025202@qq.com。

Effects of *Trichoderma* on Muskmelon Soil Enzyme Activity with Different Stage

LI Zheng-zhou, DING Xu, LAI Mao-tian, YU Jing, LI Chun-xia

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Heilongjiang Bayi Agriculture University, Daqing 169319, China)

Abstract: In order to promote the development of *Trichoderma* agent, we designed two treatments (CK and T) by plot experiment, Yangjiaocui was taken as object, five soil enzyme activity with different stage were measured. The resulted showed that compared with the control, application of *Trichoderma* increased the activity of urease and phosphatase significantly, and improved the utilization and transformation of nitrogen and phosphorus in previous stage of growth, but the activities of dehydrogenase significantly decreased, meanwhile the activities of sucrase and polyphenol oxidase had no significant difference. These results suggested that application of *Trichoderma* could improve the environment of soil through the conversion and utilization of soil nitrogen and phosphorus, which reduced the accumulation of nitrogen and induced secondary salinization, thus alleviated the obstacle of continuous cropping.

Keywords: soil enzyme; muskmelon; *Trichoderma*; continuous cropping; rhizosphere

值变化的节点和趋势,且针对黑龙江地区气候条件明确断根时间的研究尚鲜有报道。因此,本研究以“爱莎”草莓的当年生匍匐茎苗为材料,不断根处理为对照,进行不同断根时间的试验,拟通过分析断根处理对草莓植株 C、N 含量及其比值变化的节点趋势,进一步明确不同断根时间的处理对草莓子苗质量和开花结果的影响,旨在为黑龙江省培育优质草莓壮苗,促进草莓增产提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为从辽宁省东港市草莓研究所引进的“爱莎”草莓母株繁育的具有 3 片展开叶,生长一致、无病虫害的匍匐茎苗。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2020—2021 年在乡村振兴科技研究所冷棚内进行。5 月 1 日将草莓苗母株单行定植在宽 1.0 m 的畦中间,株距 50 cm。7 月 20 日进行匍匐茎苗的假植,假植畦高 20 cm,宽 80 cm,株行距 15 cm×15 cm。在 8—9 月进行断根处理,试验共设 4 个断根处理:8 月 5 日(T1)、8 月 15 日(T2)、8 月 25 日(T3)和 9 月 5 日(T4),不断根处理为对照(CK),采用单因素随机区组设计,每个处理选取 100 株长势一致,健康粗壮的假植苗。在断根前对假植圃进行浇水,断根方法为用铁铲在离假植苗 5 cm 的周围切土断根,深度约 10 cm,随后将假植苗带土挖起后原地放下。9 月 12 日进行生产苗的定植。肥水、防寒覆盖等均同常规管理。

1.2.2 测定项目及方法 植株总氮(N)和有机碳含量(C)测定:样品进行前处理制成烘干样。称完干重,经粉碎研磨后进行测定。N 含量采用连续流动分析仪测定,C 含量采用重铬酸钾容量法测定。每个处理分别进行 5 次采样,即在断根前及断根后的第 7 天、第 14 天、第 21 天和第 28 天取样,CK 的 5 次采样时间分别在 8 月 5 日、8 月 20 日、9 月 4 日、9 月 19 日和 10 月 2 日。

植株生长性状的测定:定植前,用钢尺测量草莓的株高,用游标卡尺测定草莓植株的茎粗,用 Yaxin-1241 便携式叶面积仪测定叶面积,用分析天平称量植株和根的鲜重。根冠比=根鲜重(g)/植株鲜重(g)。

草莓物候期调查标准:返青期(25%植株的生

长点呈绿色)、现蕾期(25%植株现蕾)、始花期(5%植株有花开放)、盛花期(75%植株有花开放)、始熟期(5%第一级序果着色成熟)。

果实品质和产量的测定:采用手持折光仪测定可溶性固形物含量,采用氢氧化钠滴定法测定可滴定酸含量。固酸比=可溶性固形物含量(%)/可滴定酸含量(%)。调查单株产量,按 12 万株·hm⁻²定植,折算产量。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2007 和 SPSS 20.0 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 断根对草莓植株 C、N 含量及其比值的影响

由图 1 可知,在进行断根处理后第 7 天(第二次采样)各处理草莓植株 C 含量均有所下降,后又呈上升趋势,直至断根后第 28 天(第五次采样)C 含量基本恢复到与断根前持平。这可能是由于刚进行断根处理后,为了促进草莓苗新根的发生,地上部产生的碳水化合物输送至根部,导致总的碳水化合物含量下降,后由于根系的再生能力较强,根系逐渐恢复正常,C 含量也逐渐恢复到之前水平。

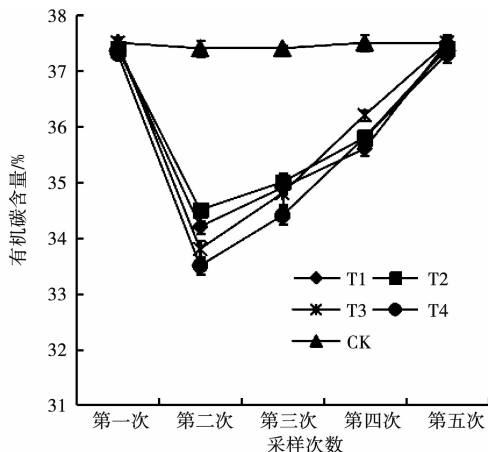


图 1 断根处理对草莓植株 C 含量的影响

由图 2 可知,进行断根处理后草莓植株内 N 含量呈现先下降后上升的趋势。在断根后第 14 天(第三次采样)N 含量达到了最低点后开始上升,直至断根后第 28 天(第五次采样),N 含量达到了断根前的水平。

由图 3 可知,进行断根处理后草莓植株 C/N 比值呈先上升后下降的趋势,在断根后第 14 天达到了最高点,随后下降,C/N 比值在断根后第 28 天恢复到断根之前的水平。单季草莓品种在相对低温短日照的条件下进行花芽分化(温度在

15~25 ℃ 范围内,短日照可进行花芽分化;温度在 5~15 ℃ 范围内,不论日照长短,均可进行花芽分化),所以在实际生产中,断根时间须结合当地的温度和日照条件。一般在日平均气温低于 20 ℃,日照低于 12 h,草莓由营养生长转为生殖生长,花芽分化开始前的 14 d 进行断根处理最佳。

2.2 断根处理对草莓植株生长的影响

由表 1 可知,定植时不同断根处理的茎粗均显著高于 CK,其中 T1 处理的茎粗最大,为 1.54 mm,其次为 T2 和 T3 处理。而株高则为 CK 最大,其次为 T1 和 T2,T3 处理的株高最小。T3 处理的叶面积最大,为 57.69 cm²,其次为 T4 处理的 52.93 cm²,两者差异不显著,所有断根处理的叶面积均显著高于 CK(37.32 mm)。T3 处理的地上部鲜重和地下部鲜重最大,分别为 24.2 和 14.6 g·株⁻¹,其次为 T4 处理,分别为 23.8 和 13.5 g·株⁻¹,所有处理均显著高于 CK。T3 的根

冠比最大,为 0.60,其次为 T4 处理(0.57),两者差异不显著,但均显著高于 CK。说明断根处理可以增大植株的鲜重和根冠比。进行断根处理的植株株高低于 CK,而茎粗和叶面积高于 CK,说明进行断根处理的草莓子苗呈“矮壮”的形态。

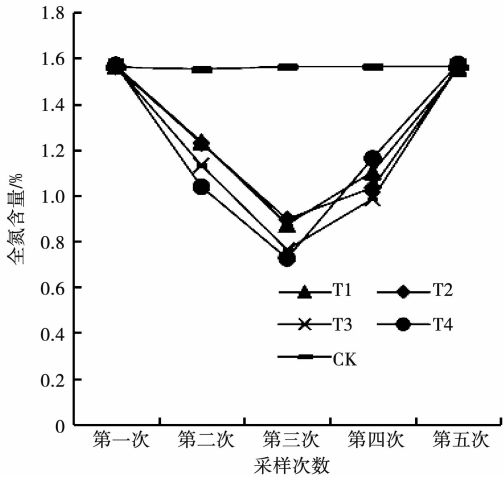


图 2 断根处理对草莓植株 N 含量的影响

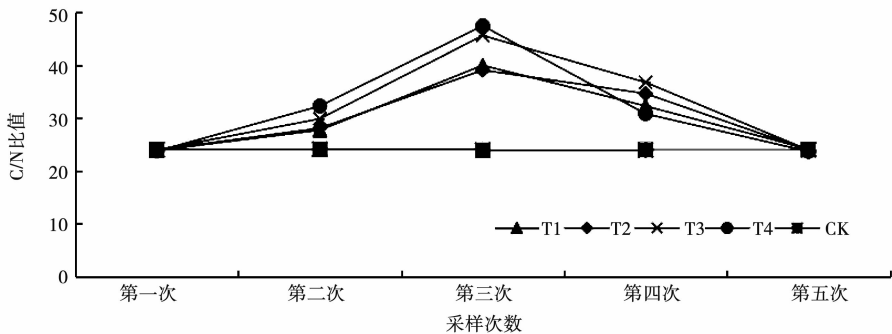


图 3 断根处理对草莓植株 C/N 比值的影响

表 1 不同断根处理对草莓植株生长的影响

处理	茎粗/mm	株高/cm	叶面积/cm ²	地上部鲜重/(g·株 ⁻¹)	地下部鲜重/(g·株 ⁻¹)	根冠比
T1	1.54±0.10 a	20.53±0.18 ab	42.15±3.30 cd	22.6±0.25 b	12.2±0.33 c	0.55±0.01 b
T2	1.48±0.07 ab	19.80±0.06 b	47.56±0.35 bc	20.4±0.21 c	9.8±0.33 d	0.48±0.01 c
T3	1.44±0.30 bc	18.37±0.22 c	57.69±0.68 a	24.2±0.47 a	14.6±0.20 a	0.60±0.02 a
T4	1.39±0.14 c	18.70±0.26 c	52.93±1.85 ab	23.8±0.10 a	13.5±0.28 b	0.57±0.01 ab
CK	1.16±0.37 d	21.10±0.36 a	37.32±0.53 d	17.2±0.23 d	7.4±0.23 e	0.43±0.01 d

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。

2.3 断根处理对草莓物候期的影响

由表 2 可知,T3 处理草莓的返青期、现蕾期、始花期、盛花期和始熟期均较其他处理和 CK 提前,其返青期、现蕾期、始花期、盛花期和始熟期分别较 CK 提前 4,9,11,10 和 9 d,其次为 T4,而 T1 和 T2 与 CK 物候期较接近。T3 处理的现蕾

期比 CK 提前了 9 d,说明适时的断根处理,可以促进草莓花芽分化,使草莓的花期提前,从而提早草莓上市时间。

2.4 断根处理对草莓开花结果的影响

由表 3 可知,经断根处理的“爱莎”草莓第一花序花朵数略低于对照,但相差不多;经断根处理

后的草莓花序整齐或较整齐,这可能是由于断根处理有利于抑制营养生长而促进成花,从而使花序较整齐。“爱莎”草莓不同断根处理间及各处理与对照间的可溶性固形物含量、可滴定酸含量及固酸比均无显著差异。T3 处理的平均单株产量最高(357.8 g),较 CK 提高了 41.4%,其次是 T4 处理(334.5 g),较 CK 提高了 32.2%。折合公顷产量也以 T3 最高,为 42 936 kg·hm⁻²。结果表明,经断根处理的“爱莎”草莓苗,花序较整齐,可显著提高草莓的产量,但对草莓的可溶性固形物

含量、可滴定酸含量和固酸比等果实品质无明显影响。

表 2 不同断根处理下草莓的物候期

单位:月-日					
处理	返青期	现蕾期	始花期	盛花期	始熟期
T1	03-15	04-15	04-24	04-30	05-17
T2	03-15	04-13	04-21	04-28	05-15
T3	03-12	04-07	04-13	04-20	05-08
T4	03-13	04-11	04-18	04-23	05-11
CK	03-16	04-16	04-24	04-30	05-17

表 3 不同断根处理对草莓开花结果的影响

处理	第一花序 花朵数	花序整 齐度	一级序果平 均果重/g	可溶性固形 物含量/%	可滴定酸 含量/%	固酸比	平均单株 产量/g	折合产量/ (kg·hm ⁻²)
T1	9.33 abc	较整齐	35.6 c	10.4 a	0.74 a	13.94 a	258.5 d	31020 d
T2	9.67 ab	较整齐	37.3 b	10.3 a	0.74 a	13.92 a	282.3 c	33876 c
T3	8.67 c	整齐	42.6 a	10.5 a	0.73 a	14.67 a	357.8 a	42936 a
T4	9.00 bc	整齐	41.4 a	10.5 a	0.72 a	14.37 a	334.5 b	40136 b
CK	10.00 a	不整齐	35.2 c	10.2 a	0.73 a	13.98 a	253.1 d	30376 d

3 讨论与结论

实际生产中,可以通过增施有机肥、人为调控温度、光照和营养钵育苗等方法来促进花芽分化,培育优质草莓子苗^[6-10]。断根技术相较其他方法,具有成本低和易操作等优点。断根是利用技术措施,通过控制根系生长来调控植物地上和地下部分、营养生长和生殖生长过程的一种方式。近年来断根技术也广泛地应用于苹果^[11]、菊芋^[12-13]、冬枣^[14]等作物上,均取得了良好的效果。在草莓上的应用研究表明,不同断根时间处理的子苗茎粗均明显高于对照,且断根处理时间越早,茎粗越大^[15],断根能提高草莓植株的根系和茎叶生物量及根冠比^[16],断根可促进植株整齐健壮和花芽提早分化,显著提高产量^[5],这与本试验的研究结果基本一致。这可能是由于断根改变了植物某器官的生长发育规律,改善根系的吸收功能,促进了根系对水分、营养物质的吸收,进而增加了作物的光合作用,促进了生物量、根冠比等指标的提高。且通过断根抑制其营养生长,促进其生殖生长,促进花芽分化,提高产量。而断根的时间是处理的难点和关键点,断根过早,气温高,日照长,尽管氮素水平低,但仍不能分化花芽,而且新根会

很快长出,重新吸收氮素,从而失去断根的作用;断根过晚,秧苗生长期和花芽分化期短,不能形成大量花芽,会影响产量。本研究中,8月25日(T3)和9月5日(T4)进行断根处理的除了株高和茎粗数值较低(可能是这两个处理提前进行花芽分化,从营养生长转向生殖生长),其余各项指标均最佳,这跟本项试验进行的断根处理后草莓植株 C/N 比值的变化趋势相关,在8月25日和9月5日进行断根处理的草莓植株体内的 C/N 比值,在9月4日达到了最高,促进了花芽分化。而在8月5日和8月15日较早进行断根的处理,由于温度光照等条件不满足,后续新根继续吸收氮素,所以效果不理想。说明在实际生产中,断根时间必须配合当地气候条件,还要充分考虑栽培模式和品种等因素。

本研究结果表明,8月25日和9月5日进行断根处理的“爱莎”草莓产量、物候期、平均单果重、花序整齐度、根冠比、产量等均最佳,但果实中可溶性固形物含量、可滴定酸含量和固酸比等品质性状无明显变化。本试验仅初步探讨了不同断根时间的处理对草莓子苗质量和开花结果的影响,以后可开展断根方式和断根次数的试验,并对断根的作用机理进行深入研究。

参考文献:

- [1] 张学明,陈玉波,侯佳贤,等.草莓的花芽分化及其影响因素研究进展[J].园艺特产,2017(21):85.
- [2] 余红,马华升,方献平,等.草莓花芽分化机理及调控技术研究进展[J].江西农业学报,2011,23(1):58-61.
- [3] 王忠和.草莓高效栽培生物学特性与配套技术[J].中国园艺文摘,2013(4):164-170.
- [4] 王涛.草莓移植断根育苗技术要点[J].北京农业,2001(6):14.
- [5] 王忠和.移植断根育苗对草莓促成栽培的应用[J].中国果树,1997(3):37-38.
- [6] 叶正文,郑宏清,张学英,等.遮荫、断根及钵苗等育苗法对促成草莓生育的影响[J].上海农业科技,1997(5):35-37.
- [7] 张运涛,王桂霞,董静.环境条件对草莓成花的影响及促花措施[J].山西果树,2003(6):32-33.
- [8] 颜墩炜.不同遮荫处理对草莓花芽分化和果实品质的影响[D].昆明:云南大学,2017.
- [9] 王庆莲,赵密珍,吴伟民,等.假植时期与短日照低温对‘紫金久红’草莓生长结果的影响[J].中国果树,2017(6):43-46.
- [10] 解振强.温度及育苗方式对草莓生长发育的影响[D].南京:南京农业大学,2011.
- [11] 陶佳,石佩,乔恒波,等.干旱条件下断根对苹果幼树生长和光合特性的影响[J].北方园艺,2015(16):36-39.
- [12] 高凯,朱铁霞,王琳,等.断根时间和半径对菊芋农艺性状和各器官生物量的影响[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2018(4):343-349.
- [13] 王琳,高凯,高阳,等.断根半径及时间对菊芋根系生物量及形态学特征的影响[J].草地学报,2018(3):652-658.
- [14] 杜振宇,邢尚军,杨守军,等.断根措施对杨树和冬枣生长的调控作用[J].东北林业大学学报,2012(2):5-8.
- [15] 周岩清,刘国杰.苗期断根及营养钵育苗对草莓苗质量的影响[J].中国果树,2005(5):25-26.
- [16] 左丽娟,段永华,邓成忠,等.断根对草莓植株生长的影响[J].湖北农业科学,2021(6):233-235.

Effects of Different Root Cut Treatments on Seedling Quality, Flowering and Fruiting of Strawberry

SONG Peng-hui¹, LYU Tao², ZHANG Jing-hua¹, ZHANG Kun¹, LI Peng-ju¹, WU Xin-juan¹, SUN Xiao-dong², LIU Cui-cui²

(1. Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150028, China; 2. Heilongjiang Agricultural Technology Station, Harbin 150036, China)

Abstract: In order to cultivate high-quality strawberry seedlings and further improve the yield, the strawberry varieties Aisha were treated with root cut treatments at different times. The experiment has 4 treatments, including August 5th (T1), August 15th (T2), August 25th (T3) and September 5th (T4), taking no root treatment as a control (CK). The changes in the content and ratio of C and N in strawberry plants after root-cutting treatment and effects of different root cut treatment on seedling quality and flowering and fruiting traits of strawberry. The results showed that the content of C and N in strawberry plants reached the lowest on the 7th and 14th day of root cutting treatment, then rose; The C/N ratio reached its highest point on the 14th day after root cutting, subsequent dropped; C, N content and C/N ratio were restored to their previous levels 28 days after root cutting. T1 treatment had the largest stem diameter, the second were T2 treatment and T3 treatment. CK treatment had the largest plant height, the second were T1 treatment and T2 treatment, the lowest plant height was T3 treatment. T3 treatment had the largest leaf area, followed by T4 treatment. The fresh weight of above ground part, fresh weight of underground part and root shoot ratio were the highest in T3 treatment, followed by T4 treatment. The phenological period of T3 strawberry was earlier than other treatments and CK, followed by T4 treatment, the phenological periods of T1 and T2 were closer to CK. After root cutting on August 25 (T3) and September 5 (T4), the flower inflorescence of Aisha strawberry seedlings was more orderly and the yield was significantly increased, but the fruit quality traits such as soluble solid content, titratable acid content and solid acid ratio had no significant changes. Root cutting has no obvious effect on strawberry fruit quality.

Keywords: root cut; the quality of strawberry seedlings; blossom