

雷 杨,于锡宏,张倩,等. 不同前茬对秋白菜土壤营养及其生长的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(9):137-141.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.027

# 不同前茬对秋白菜土壤营养及其生长的影响

雷 杨,于锡宏,张 倩,刘汉兵,蒋欣梅

(东北农业大学农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室,黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:**以大葱、甘蓝、菜豆、苜蓿作为秋白菜的前茬作物,研究不同前茬对后茬秋白菜土壤营养及其生长的影响。结果表明,前茬种植豆科苜蓿和菜豆更有利于土壤硝态氮的积累,同时有利于后茬秋白菜对土壤硝态氮、速效磷和有效钾的有效利用。与前茬甘蓝处理相比,前茬为大葱、苜蓿和菜豆处理的折合产量分别提高 30.1%、25.8%、20.9%,同时改善了秋白菜的品质,使可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 含量均显著提高,其中前茬大葱更有利于后茬秋白菜维生素 C 含量的提高。

**关键词:**前茬残留;秋白菜;土壤营养;产量;品质

**中图分类号:** S634.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0137-04

白菜(*Brassica pekinensis* Rupr.)属于十字花科(Cruciferae)芸薹属(*Brassica* L.)植物,大叶,花淡黄色,原产于我国<sup>[1]</sup>。因其具备营养丰富、产量高、耐储运等特点,也是我国东北地区秋冬季节食用的主要蔬菜,供给期长达半年之久,栽培面积在蔬菜生产中居于首位,在我国蔬菜生产和日常消费中占有至关重要的地位<sup>[2]</sup>。白菜的连作栽培以及施肥不当等不合理种植现象普遍,这样不仅浪费资源、污染环境,而且会降低白菜产量与品质,制约了白菜产业的可持续发展和农民增长。

在解决蔬菜作物连作障碍方面,轮作是目前应用比较广泛且效果明显的一种方法<sup>[3]</sup>。大葱作为葱蒜类蔬菜,具有化感作用,其根系分泌物对多种细菌和真菌具有较强的抑制作用,被广泛应用于间作或套作<sup>[4]</sup>。苜蓿和菜豆作为豆科植物,在生长过程中会产生根瘤,使根系可以固氮,保持土壤肥力,其中苜蓿也是一种很好的绿肥,苜蓿茬地可使后作 3 年不施氮而稳产高产,增产幅度达 30%~50%,高

者超过 1 倍;苜蓿与作物轮作不仅可以提高后茬作物特别是非豆科作物的产量和品质,而且可以消除连作时植物性毒素,减少杂草和病虫害发生等<sup>[5]</sup>。如种植豆科作物后的土壤上种植的禾谷类作物产量通常较连续种植禾谷类作物的产量高,增产幅度在 30%~350% 之间,其中苜蓿年固氮量在 100~300 kg/hm<sup>2</sup>,而菜豆的年固氮量在 3~57 kg/hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>。

目前,不同前茬对白菜生长影响的研究主要集中在生长指标方面,关于不同前茬对后茬秋白菜的产量、品质与土壤营养之间的关系研究鲜有报道。本试验分别以大葱、甘蓝、菜豆、苜蓿为秋白菜的前茬蔬菜,探究不同前茬对后茬秋白菜品质产量以及秋白菜根区土壤营养的影响,旨在为秋白菜生产提供参考,同时对提升蔬菜品质、保证食品安全、保护农田生态环境、增加农民收益具有重要意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验于 2017—2018 年在东北农业大学向阳基地(126°43'E、45°44'N)及东北农业大学农业农村部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室进行。

秋白菜品种为四季王,大葱品种为海洋葱,甘蓝品种为世农 32,均由哈尔滨市道外区亚奇种苗公司提供;菜豆品种为哈菜豆 15 号,矮生类型,由哈尔滨市农业科学院提供;苜蓿为紫花苜蓿,由东北农业大学动物科学技术学院提供。

肥料:尿素(含 N 46%)、过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、硫酸钾(含 K<sub>2</sub>O 50%),均购于哈尔滨种子公

收稿日期:2019-05-31

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系专项(编号:CARS-23-B10);黑龙江省现代农业产业技术协同创新推广体系。

作者简介:雷 杨(1995—),女,安徽巢湖人,硕士研究生,主要从事蔬菜栽培与生理研究,E-mail:853299817@qq.com;共同第一作者:于锡宏(1965—),男,黑龙江尚志人,博士,教授,博士生导师,主要从事蔬菜栽培生理与山野菜开发利用研究,E-mail:yxhong001@163.com。

通信作者:蒋欣梅,硕士,硕士生导师,主要从事蔬菜栽培生理与山野菜开发利用研究。E-mail:jxm0917@163.com。

司公滨商店。

## 1.2 试验方法

选用大葱、甘蓝、菜豆、苜蓿作为白菜前茬作物,4 种前茬作物均为常规种植及田间管理。其中大葱于 2018 年 2 月 28 日播种育苗,4 月 25 日定植露地;甘蓝 3 月 15 日播种育苗,5 月 13 日定植露地;菜豆 5 月 13 日露地直播;苜蓿 4 月 18 日露地直播。露地种植前茬作物时垄距 60 cm,小区面积 45 m<sup>2</sup>,每一种前茬作为 1 个处理,前茬结束后种植秋白菜。大葱、甘蓝、菜豆、苜蓿前茬处理分别以 D、G、C、M 表示,3 次重复,随机区组排列。

前茬作物结束后,后茬秋白菜的播种期为 2018 年 7 月 20 日,按照 4.5 万株/hm<sup>2</sup> 保苗(每穴 6~10 粒种子,最后每穴保留 1 株)。肥料作为底肥一次性施入(尿素 48 kg/hm<sup>2</sup> + 农用硫酸钾 120 kg/hm<sup>2</sup> + 过磷酸钙 120 kg/hm<sup>2</sup>)。

在秋白菜播种前对前茬结束后的土壤营养成分(硝态氮、速效磷和有效钾)含量进行测定;另外,在秋白菜结球初期、中期和采收期测定秋白菜形态指标(株高和株幅)、秋白菜根区土壤营养(硝态氮、速效磷和有效钾)含量;在秋白菜的采收期对秋白菜品质(叶绿素、可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素 C 含量)及产量进行测定。

## 1.3 数据处理

采用 SPSS 19.0 数据处理软件进行数据分析,运用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同前茬对秋白菜土壤营养含量的影响

#### 2.1.1 不同前茬对秋白菜土壤硝态氮含量的影响

由图 1 可见,秋白菜播种前,4 个处理硝态氮含量之间均存在显著差异,其中豆科的 M 处理(苜蓿前茬)显著高于 C 处理(菜豆前茬),而两者均远大于其他 2 个处理,甘蓝前茬(G)结束后土壤中的硝态

氮含量最低,显著低于其他处理。当秋白菜开始结球时,以前茬为苜蓿和菜豆的处理下土壤中的硝态氮含量下降程度大;随着秋白菜的生长,4 个前茬处理从秋白菜结球初期到秋白菜采收期期间秋白菜根区土壤硝态氮含量呈下降趋势,在结球初期,C 处理(菜豆前茬)和 M 处理(苜蓿前茬)差异不显著,且处于 4 个处理中的最高水平,M 处理显著高于 D 处理(大葱前茬)和 G 处理(甘蓝前茬),C 处理显著高于 G 处理;在结球中期,C 处理和 M 处理之间差异不显著,且均显著高于 D 处理和 G 处理,D 处理和 G 处理差异显著;当白菜进入采收期,D、G、C、M 4 个处理之间均存在显著差异,表现为 M > C > D > G。

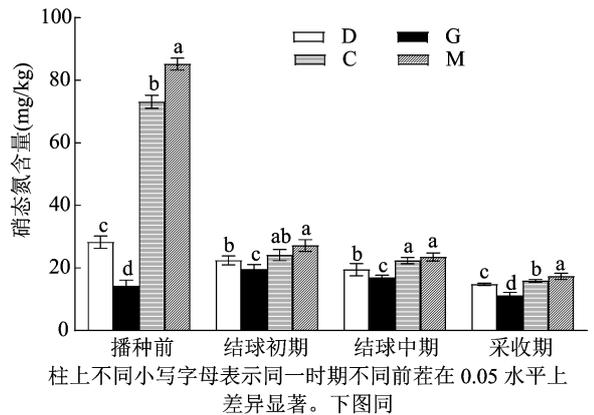


图1 不同前茬对秋白菜根区土壤硝态氮含量的影响

#### 2.1.2 不同前茬对秋白菜土壤速效磷含量的影响

由图 2 可见,秋白菜播种前,4 个处理速效磷含量与硝态氮含量变化趋势一致,4 个处理之间均存在显著差异。4 个前茬处理从秋白菜结球初期到采收期期间秋白菜根区土壤速效磷含量呈下降趋势,在秋白菜的这 3 个生育时期,均表现为 M > C > D > G,其中处理 C(菜豆前茬)和处理 M(苜蓿前茬)之间差异显著,且两者均显著高于处理 D(大葱前茬)和处理 G(甘蓝前茬),D 处理略高于 G 处理,两者之间差异不显著。

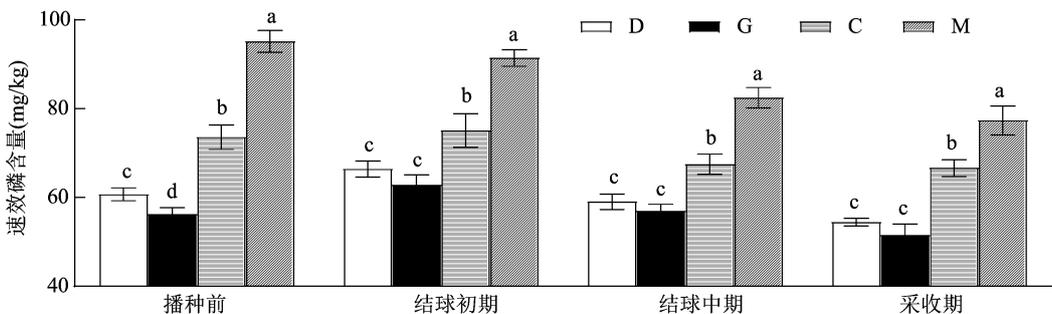


图2 不同前茬对秋白菜根区土壤速效磷含量的影响

### 2.1.3 不同前茬对秋白菜土壤有效钾含量的影响

由图 3 可见,秋白菜播种前,4 个前茬处理有效钾含量与硝态氮含量变化趋势一致,4 个处理之间均存在显著差异。在秋白菜结球初期,处理 C(菜豆前茬)和处理 D(大葱前茬)无显著差异,处理 M(苜蓿

前茬)显著高于处理 C 和处理 D,而处理 G(甘蓝前茬)显著低于处理 C 和处理 D;在结球中期,处理 C 和处理 M 之间无显著差异,且均显著高于处理 D 和处理 G,处理 D 和 G 差异显著;当秋白菜进入采收期,表现为 M > C > D > G,4 个处理之间差异显著。

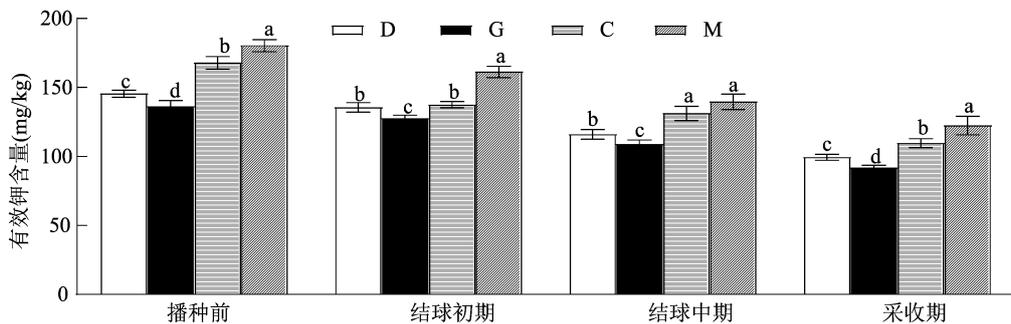


图 3 不同前茬对秋白菜根区土壤有效钾含量的影响

### 2.2 不同前茬对秋白菜株高和株幅的影响

由图 4 可见,在秋白菜结球初期、中期和采收期,处理 D(大葱前茬)、C(菜豆前茬)、M(苜蓿前

茬)的株高和株幅均显著高于处理 G(甘蓝前茬),且 D、C、M 三者之间差异不显著。

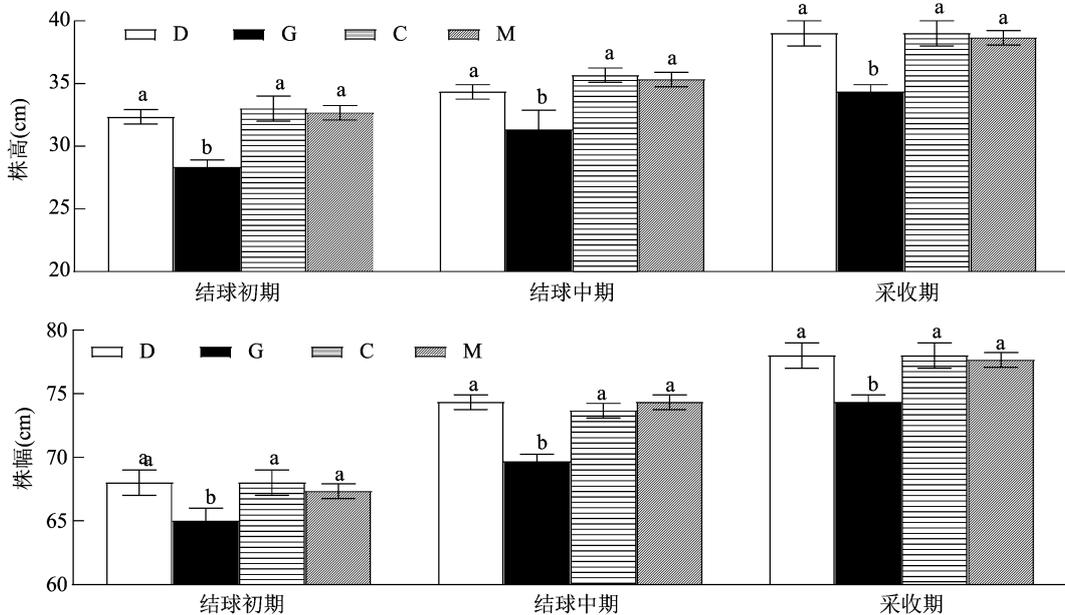


图 4 不同前茬对秋白菜株高、株幅的影响

### 2.3 不同前茬对秋白菜产量的影响

由表 1 可见,秋白菜单株产量和折合产量的变化趋势一致,其中前茬为甘蓝的处理单株产量及折合产量均表现为最低,显著低于其他处理;处理 D、M、C 的单株产量和折合产量差异均不显著。与前茬为甘蓝的处理(G)相比,前茬为大葱、苜蓿和菜豆处理的折合产量分别提高 30.1%、25.8%、20.9%。

表 1 不同前茬对秋白菜产量的影响

处理	单株产量 (kg/株)	折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
D(大葱前茬)	1.77 ± 0.13a	89 985 ± 6 405a
G(甘蓝前茬)	1.36 ± 0.06b	69 180 ± 3 210b
C(菜豆前茬)	1.64 ± 0.05a	83 625 ± 26 565a
M(苜蓿前茬)	1.71 ± 0.08a	87 015 ± 4 095a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下表同。

## 2.4 不同前茬对秋白菜品质的影响

由表 2 可见,以大葱、菜豆、苜蓿为前茬处理的可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 含量均显著高于以甘蓝为前茬的处理。其中,从维生素 C 含量来看,以大葱为前茬的处理显著高于其他 3 个前茬处理,其次为以菜豆和苜蓿为前茬的处理,两者之间差异不显著,这说明以大葱为前茬的处理较菜豆、苜蓿为前茬的处理能够更有效地提高白菜的维生素 C 含量。从可溶性糖、可溶性蛋白质含量来看,以大葱、菜豆、苜蓿为前茬的处理之间均差异不显著。

表 2 不同前茬对秋白菜品质的影响

处理	可溶性糖含量 (%)	可溶性蛋白质含量 (mg/g)	维生素 C 含量 (mg/100 g)
D(大葱前茬)	4.13 ± 0.21a	1.63 ± 0.02a	45.43 ± 1.11a
G(甘蓝前茬)	3.26 ± 0.21b	1.52 ± 0.01b	42.09 ± 0.37c
C(菜豆前茬)	4.45 ± 0.16a	1.61 ± 0.02a	43.36 ± 0.48b
M(苜蓿前茬)	4.39 ± 0.15a	1.63 ± 0.03a	43.85 ± 0.46b

## 3 讨论与结论

氮磷钾是植物生长所必需的大量元素,植物种类不同,对土壤中营养成分的吸收有所不同,势必造成植株生长结束时土壤中氮磷钾含量的不同。本试验中秋白菜播种前土壤硝态氮含量、速效磷含量以及有效钾含量均表现为苜蓿 > 菜豆 > 大葱 > 甘蓝,这是因为苜蓿和菜豆同为豆科植物,可以将大气中的氮通过固氮作用转化为能被植物吸收利用的有效氮,增加土壤中的氮含量;豆科植物在进行固氮时,吸收的阳离子多于阴离子,根系释放  $H^+$ <sup>[7]</sup>,释放的  $H^+$  在钙质土壤中可能起到活化磷的作用,从而使土壤速效磷含量增加;在土壤中钾的运动方式以扩散为主<sup>[8]</sup>,因而土壤中有效钾含量也受豆科植物固氮作用的影响。这也是前茬结束时苜蓿和菜豆地块土壤中土壤硝态氮、速效磷以及有效钾含量远远高于大葱前茬和甘蓝前茬的原因。苜蓿和菜豆虽同为豆科植物,不同豆科植物其固氮量会有所差别,苜蓿处理高于菜豆,可能也与苜蓿条播密度大造成土壤根瘤菌数量大,从而固氮作用增强有关。由于本试验地块属于多年种植白菜类蔬菜(白菜、甘蓝、菜花),为此作为前茬是甘蓝茬的连作茬,势必影响土壤中氮磷钾的吸收,使土壤中氮磷钾营养成分始终处于低水平。

本试验中,秋白菜结球初期、结球中期以及采收期各处理土壤硝态氮、速效磷和有效钾含量存在

差异,和前茬植物在土壤中残留的营养成分含量密不可分。虽然在秋白菜生长过程中通过追肥提高了土壤肥力,但由于甘蓝和白菜同为十字花科喜氮蔬菜,对氮素需求巨大,这也是造成前茬为甘蓝处理下的白菜结球初期、中期以及采收期时土壤内硝态氮含量一直处于最低水平的原因。苜蓿和菜豆前茬处理下土壤中硝态氮含量从秋白菜播种前到白菜结球初期阶段下降程度高,说明这 2 个处理对土壤中硝态氮的利用率最好,进而也带动了土壤中速效磷和有效钾的利用,这也是这 2 个处理下产量提高的重要原因。有研究表明,澳大利亚小麦种植带地区,前作种植鹰嘴豆对下茬小麦增产的贡献相当于施氮 60 ~ 80 kg/hm<sup>2</sup><sup>[9]</sup>,种植豆科植物后的土壤上种植的禾谷类作物产量通常较连续种植禾谷类作物的产量高,增产幅度在 30% ~ 350% 之间,其中苜蓿年固氮量在 100 ~ 300 kg/hm<sup>2</sup>,而菜豆的年固氮量在 3 ~ 57 kg/hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>。有关苜蓿和菜豆生物固氮是如何影响土壤中的速效磷和有效钾含量还有待于进一步研究。

甘蓝作为与白菜同科的前茬,这样连续种植势必会造成连作障碍,造成减产,而轮作可以有效缓解连作障碍并提高作物产量<sup>[10]</sup>。大葱前茬处理虽然土壤硝态氮、速效磷和有效钾含量低于苜蓿前茬和菜豆前茬,但产量却与之相差不大,这主要和田间病害发生轻有关,大葱根系分泌物具有杀菌作用,对后茬秋白菜田间病害减轻有积极的作用,进而促进秋白菜的生长<sup>[11-12]</sup>。不同前茬土壤营养成分含量的不同,造成后茬秋白菜对土壤营养物质吸收能力的不同,进而使不同处理下品质有所不同。

总之,种植豆科苜蓿和菜豆更有利于土壤硝态氮的积累,同时有利于后茬秋白菜对土壤硝态氮、速效磷和有效钾的有效利用。与前茬甘蓝处理相比,前茬为苜蓿、菜豆和大葱处理下的产量及可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 含量均显著提高,其中大葱前茬更有利于后茬秋白菜维生素 C 含量的提高。

### 参考文献:

- [1]刘晓明. 利用 AFLP, SRAP 标记分析不结球白菜遗传多样性 [D]. 上海:上海交通大学,2008.
- [2]张淑江,李 菲,章时蕃,等.“十一·五”我国大白菜遗传育种研究进展[J]. 中国蔬菜,2011(6):1-8.
- [3]童有为,陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究 [J]. 园艺学报,1991,18(2):159-162.

李文泽,叶勇飞,龚宇强,等. 棚室番茄套作栽培模式筛选[J]. 江苏农业科学,2020,48(9):141-147.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.028

# 棚室番茄套作栽培模式筛选

李文泽,叶勇飞,龚宇强,姜淑芳,吴 瑕

(黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆 163319)

**摘要:**为探索棚室内多种套作模式对番茄品质的影响,筛选出较好的套种模式。于2018年3—10月在黑龙江八一农垦大学大棚内进行试验,试验设番茄单作、番茄与大蒜套作、番茄与分蘖洋葱套作、番茄与大葱套作、番茄与豌豆套作、番茄与豆角套作共6个处理,分别调查番茄的茎粗、株高、果实的单果质量、纵横径及产量,并对番茄果实的硬度、可溶性固形物含量、维生素C含量、可滴定酸含量、可溶性蛋白含量、可溶性糖含量及番茄红素含量等指标进行测定。试验结果表明,除套作大蒜以外,不同的套作模式番茄产量均有所提高。与分蘖洋葱套作和与大蒜套作后果实硬度显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作后果实可溶性固形物含量显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作、与豌豆套作后果实维生素C含量显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作后可滴定酸含量显著低于番茄单作;与分蘖洋葱套作的番茄果实可溶性蛋白含量显著高于单作;番茄与大蒜套作后果实的可溶性糖含量显著高于其他处理;与分蘖洋葱套作、与豌豆套作、与豆角套作后的果实番茄红素含量显著高于番茄单作;番茄与大蒜套作、与分蘖洋葱套作后的果实的糖酸比显著高于其他处理。综上,合理地间套作有利于提高番茄的品质和产量,其中与分蘖洋葱套作番茄栽培效果较好,可以在黑龙江省大庆地区棚室栽培中试用推广。

**关键词:**棚室栽培;番茄;套作;品质;产量

**中图分类号:** S641.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0141-07

国内外研究结果显示,间套作较单作增产幅度为30%~50%。据统计,世界间套作面积在1亿 $\text{hm}^2$ 以上,国内间套作种植面积约有0.2亿 $\text{hm}^2$ ,在我国粮食生产中具有重要的地位<sup>[1]</sup>。间套作相对

于单作具有充分利用光、热、水、土等资源的特点。近年来,间套作养分资源利用及间套作优势研究已成为热点问题。合理地间套作具有明显的产量优势,这种优势生态基础主要包括地上、地下等2个部分,间套作在地上能充分利用光和热资源,在地下能合理利用水分、养分资源<sup>[2]</sup>。黑龙江省大庆地区为北温带半湿润大陆季风性气候,夏季降水集中,春季多旱少水并常年伴随大风。春季蒸降比远大于其他季节,土壤及地下水中的可溶性盐类随上升水流蒸发、浓缩,不断累积于地表。区内地势低平,排水不畅,也使盐分积累过程加速<sup>[3]</sup>。因此,在土壤盐碱条件下,大力开展棚式栽培,利用植物间合

收稿日期:2019-04-22

基金项目:黑龙江省大学生创新创业训练计划(编号:201810223037);黑龙江八一农垦大学校内培育课题资助计划(编号:XZR2017-01)。

作者简介:李文泽(1997—),女,贵州晴隆人,研究方向为设施园艺生理生态。E-mail:1055292367@qq.com。

通信作者:吴 瑕,博士,讲师,研究方向为设施园艺生理生态与蔬菜安全生产。E-mail:wuxiaxia\_2005@163.com。

[4]赵尊练,杨广君,巩振辉,等. 克服蔬菜作物连作障碍问题之研究

进展[J]. 中国农学通报,2007,23(12):278-282.

[5]王庆锁,张玉发,苏加楷,等. 苜蓿-作物轮作研究[J]. 生态农业研究,1999,7(3):35-38.

[6]Peoples M B, Craswell E T. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture [J]. Plant & Soil, 1992, 141(1/2):13-39.

[7]Tang C, Mclay C D A, Barton L. A comparison of proton excretion of twelve pasture legumes grown in nutrient solution [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1997, 37:563-570.

[8]Barber S A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach.

[J]. New York: John Wiley, 1984:380

[9]Herridge D F, Marcellos H, Felton W L, et al. Chickpea increases soil N fertility in cereal systems through nitrate sparing and nitrogen fixation [J]. Soil Biology & Biochemistry, 1995, 27(4/5):545-551.

[10]孙光闻,陈日远,刘厚诚. 设施蔬菜连作障碍原因及防治措施 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊1):184-188.

[11]宋福宣,丛 超,蒋欣梅,等. 前茬蔬菜对后茬秋白菜生产影响初探[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(12):3088-3090.

[12]陈少灿,吴凤芝. 轮作分蘖洋葱对大白菜生长、品质及产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(12):31-34.